BHS
III
16

BHS III 16

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke
Bibliothek:
Gruppe: III
B. Nr. 16
Aktiengesellschaft

Von den unterſchlächtigen Waſſerrädern

und den

zu der Anlage derſelben gehörenden

mechaniſchen und hydrauliſchen Vorlehren.

Nach ganz neuen erprobten Erfahrungen und Verbeſſerungen gemeinfaßlich und durch Rechnungs-Beiſpiele erläutert

von

Christian Lebrecht Rösling,

königl. Würtembergiſchem Profeſſor der Mathematik und Phyſik am Gymnaſium zu Ulm, der Philoſophie wirklichem Doctor und mehrerer gelehrten Geſellſchaften Mitgliede.

Mit einer lithographirten Tafel.

Zweite verbeſſerte Auflage.

Augsburg, 1842.
v. Jeniſch & Stage'ſche Buchhandlung.

BIBLIOTHEK DER K.B. GENERAL BERG W. U. SALINEN ADMINISTR.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Die Materie und Form der Inhaltsanzeige zu dieſem Werke iſt ſo beſchaffen, daß wir eigentlich gar keine beſondere Vorrede zu geben hätten. Inzwiſchen wollen wir uns doch einigen Rückſichten unterwerfen, und hier vorredend Folgendes beibringen: — Wie in allen unſeren Werken über mechaniſche und hydrauliſche Gegenſtände wir ſehr ſorgſam die zu dem leichten und gründlichen Verſtehen derſelben nöthigen Vorlehren, und zwar mit Vermeidung aller höheren Mathematik, vorausgeſchickt haben, eben ſo haben wir auch daſſelbe Vorſichtsmittel bei dieſem Werke beobachtet. Im Bearbeiten dieſer Vorlehren, worin wir möglichſt für die Praktiker vollſtändig, gründlich und deutlich vorzuſchreiten uns vorgenommen hatten, fanden wir erſt, welche bis jetzt beſtandene Lücken wir auszufüllen hatten, und in unſerem gewiſſenhaften Beſtreben, dieſe auszufüllen, ergaben ſich uns Anweiſungen für die Praktiker, die neu, unſere eigenen Erzeugniſſe und ſehr nothwendig und nützlich ſind. Mögen nun Männer, welchen die ſtete Vervollkommnung des Wiſſens und

Könnens der Menſchen am Herzen liegt, unſere Arbeiten beachten, gelaſſene Mängel in denſelben ausfüllen, unrichtige Anſichten rectificiren, und dem, was uns als Eigenthum und als Auctor in dieſem Werke zukommt, die gebührende Achtung widerfahren zu laſſen! In unſeren Vorlehren zu dieſem Werke haben wir den Meſſungen der Geſchwindigkeiten des Triebwaſſers nicht ausweichen können, und daher auf Waſſergeſchwindigkeitsmeſſer verweiſen müſſen. Wer unſere Lehren, über die ein ſolches Inſtrument, welches wir nach unſerer Methode auf einen Preis von etwa 3 fl. hergeſtellt haben, benützen will, der muß ſich eben unſere Schrift über dieſes Inſtrument, die 1836 zu Augsburg und Leipzig in der von Jeniſch und Stageſchen Verlagshandlung erſchienen iſt, und die 15 Sgr. koſtet, zum Studiren derſelben anſchaffen. Die Richtigkeit unſeres Manuſcriptes war beſtens beſorgt; für die Richtigkeit des Abdruckes möge die Verlagshandlung Sorge tragen!

Der Verfaſſer.

Inhalts-Anzeige.

Erſtes Kapitel.

Seite

Weſen und Arten der unterſchlächtigen Waſſerräder, die bis jetzt in Anwendung gekommen ſind; §. 1. bis 9. 1

Zweites Kapitel.

Lückenloſe Vorlehren für die Berechnung und Anlegung der unterſchlächtigen Waſſerräder; §. 9. bis 56. 7

I. Geſchwindigkeiten des fließenden Waſſers. §. 10. bis 16.

§. 10. Vorbemerkung 8

§. 11. Urſachen des Fließens 8

§. 12. Geſchwindigkeit eines Waſſertheilchens . . . 8

§. 13. Horizontalgeſchwindigkeiten des Bahnwaſſers; — unmittelbare und mittelbare . . 10

§. 14. Folgerungen, die ſich für das Meſſen der Geſchwindigkeiten der Theile eines Bahnwaſſers durch einen Waſſergeſchwindigkeitsmeſſer rückſichtlich des Umſtandes ergeben, daß die Horizontalgeſchwindigkeit des Waſſers eine unmittelbare und mittelbare ſeyn kann 12

§. 15. Mittlere horizontale Geſchwindigkeit des Bahnwaſſers, wobei auf die Unmittelbar- und Mittelbarkeit der obgenannten Geſchwindigkeit keine Rückſicht genommen wird 14

II. Geſchwindigkeitshöhen; §. 16. bis 18.

§. 16. Im Allgemeinen 17

§. 17. Mittlere Geſchwindigkeitshöhe 19

III. Gefälle der Waſſerbette und des Waſſers, und das Finden derſelben; §. 18. bis 25.

§. 18. Waſſerbettgefälle ^{b}G 20

§. 19. Das Finden eines Waſſerbettgefälles ^{b}G für eine kurze Strecke L von etwa 10 bis 20 Fußen, ohne einen Waſſergeſchwindigkeitsmeſſer . . 21

§. 20. Abhang des Waſſerbettes für eine Länge ab = L Fußen 25

§. 21. Waſſergefälle ^{w}G 26

§. 22. Das Finden des Waſſergefälles für eine ſich vorgegebene kleine Strecke ab = L Fußen und das Beſtimmen einer dabei vorkommenden Differenzgröße Bx. 27

§. 23. Mittlere Waſſergefälle ^{mw}G 28

§. 24. Das Finden eines Waſſerbettgefälles ^{b}G durch einen Waſſergeſchwindigkeitsmeſſer 29

Seite

IV. Mittel und Hauptfälle der Anwendung des Bettwaſſers, welche bei dem Betreiben der unterſchlächtigen und nicht freihängenden Waſſerräder durch ſolches Waſſer in Betrachtung zu nehmen ſind; §. 25. bis 30.

1.) Von den erforderlichen Waſſerbetten oder Gerinnen. §. 25. bis 28.

§. 25. Rad- oder Abſchußgerinne, die Schnur- oder Kropf-Gerinne ſind 33

§. 26. Zuflußbett oder Obergerinn . . 34

§. 27. Neben- oder Wüſtenbett oder Gerinn . 34

2.) Von den beiden hier zu beachtenden Hauptfällen der Anwendung des Waſſers, welches man zum Betreiben eines in ein Abſchußgerinn ^{a}G eingehängten unterſchlächtigen Waſſerrades aus einem Zuflußbette ^{z}B in das ^{a}G einfließen läßt; §. 28 bis 30. 36

V. Wie die mittlere Horizontalgeſchwindigkeit C, mit welcher ein Triebwaſſer, welches in einem bis b ſchief abwärts gerichteten, von da an aber (wo eine untere lothrechte Radſchaufel gedacht wird) in einem horizontal gelenkten Gerinne (Fig. 2, 3, 4.) fließen ſoll, für den in b befindlichen lothrechten Querſchnitt Q, durch welchen es hindurch fließt, aus den Größen, von welchen die C abhängig iſt, für die beiden in §. 28. und 29. angegebenen Fälle der Benutzung des Triebwaſſers durch Rechnung gefunden werden könne, und was ferner von dieſen Rechnungen zu halten ſey; §. 30. bis 34.

§ 30. Berechnungsweiſe der vorgenannten C für den Fall, daß man unaufgeſtautes Waſſer (§. 28.) zu dem Umtriebe des Rades anzuwenden habe . . 38

§. 31. Berechnungsweiſe der vorgenannten C für den Fall, daß man aufgeſtautes Waſſer (§ 29.) zu dem Umtriebe des Rades anzuwenden habe . . 41

§. 32. Was von den in §. 30. und 31. angegebenen Rechnungen zu halten ſey 47

§. 33. Vergleichung der beiden in §. 30. und 31. berechneten Werthe von C 48

VI. Von der Waſſermenge ^{e}M, die in einer Zeitſekunde aus einem Zuflußbette ^{z}B in ein Rad- oder Abſchußgerinn ^{a}G (§. 25. und 26.) einfließt, und der Waſſermenge ^{a}M, welche in einer Sekunde aus einem untern lothrechten Querſchnitte Q, den man in der Stelle b des ^{a}G, wo man ſich das Gerinn auf eine gewiſſe Strecke bn (Fig. 2,

Seite

3, 4.) horizontal gerichtet denkt, angenommen hat, ausfließt; §. 34. bis 38.

§. 34. Theoretiſche Einflußmenge e$\mathfrak{M}$ 49

§. 35. Praktiſche Einflußmenge eM für eine nicht gänzlich aufgezogene Stellfalle 50

§. 36. Praktiſche Einflußmenge für eine gänzlich aufgezogene Stellfalle 51

§. 37. Praktiſche Ausflußmenge aM 52

VII. Unſere Art des Beſtimmens des Zuſammenziehungs-Coëfficienten φ; §. 38. bis 40.

§. 38. Vorderſätze 53

§. 39. Ableitung der Größe φ. Bemerkung . . 55

VIII. Von dem ſogenannten Stoße oder hydrauliſchen Drucke des fließenden Waſſers gegen eine ihm entgegengeſtellte Tafel — hier für unterſchl. Waſſerräder in Betrachtung genommen; §. 40 bis 45.

§. 40. Waſſerſtoß oder hydrauliſcher Druck . . 56

§. 41. Arten des hydrauliſchen Druckes oder Waſſerſtoßes 57

§. 42. Berechnung des horizontalen Normalſtoßes P eines begränzten Waſſers, von welchem nichts durch Zwiſchenräume zwiſchen den Rändern der Stoßtafel und dem Waſſergerinne verloren geht . . . 58

§. 43. Fortſetzung der Berechnung des in §. 42. genannten Waſſerſtoßes P für den Fall, daß ein gewiſſer Theil des Triebwaſſers durch Zwiſchenräume, die zwiſchen der Stoßtafel $\mathfrak{T}$ und dem Waſſergerinne erforderlich ſind, damit die $\mathfrak{T}$ ohne Reibungshinderniſſe vorwärts bewegt werden könne, für den Stoß gegen die $\mathfrak{T}$ verloren gehe 68

§. 44. Berechnung des horizontalen Waſſerſtoßes $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}^*$ eines unbegränzten Waſſers . . . 75

IX. Angabe der Gründe, durch welche zur Einſicht gebracht wird, daß man die in der vorigen Abtheilung VIII. erhaltenen Waſſerſtoßformeln, welche dort nur für eine Tafel geſucht worden ſind, auch noch mit zureichender Genauigkeit auf die unterſchlächtigen Waſſerräder rückſichtlich der mehreren Stoßtafeln, wozu die Schaufeln ſolcher Räder dienen, anwenden dürfe; §. 45. bis 49. . . . 80

X. Bemerkungen zu unſeren bisher beigebrachten Bemühungen für die Vervollkommnung der bis jetzt aufgeſtellt gewordenen Theorien von den unterſchlächtigen Waſſerrädern; §. 49. bis 52. . 95

XI. Von der vortheilhafteſten Ausweichgeſchwindigkeit c der Schaufeln eines unterſchlächtigen Waſſerrades,

Seite

welches mit einer Maſchine M zur Betreibung derſelben in Verbindung geſetzt iſt; §. 52. bis 56. 96

Drittes Kapitel.

Von der Anlegung der unterſchlächtigen Waſſerräder.

I. Das Beſtimmen der Halbmeſſer dieſer Räder; §. 56. bis zum Ende des Werkes.

§. 56. Unterſcheidung dieſer Halbmeſſer . . 102

§. 57. Das Beſtimmen des größten Radhalbmeſſers = R Fußen 103

§. 58ª. Das Beſtimmen des mechaniſchen Radhalbmeſſers = R* Fußen 107

§. 58ᵇ. Das Beſtimmen des äußeren Radkranzhalbmeſſers = R′ Fußen 109

§. 59. Das Beſtimmen des inneren Radkranzhalbmeſſers = R″ Fußen 110

II. Das Zeichnen der Radgerinne und Raddurchſchnitte; §. 60. bis 64.

§. 60. Für ein Schnurgerinn 111

§. 61 ꝛc. Für ein Kropfgerinn 115

III. Von den ſogenannten Röſchen; §. 64. bis 69. 120

IV. Von der Schaufelzahl N der unterſchlächtigen Waſſerräder; §. 69. bis 71. . . . 124

V. Beſtimmung des Druckes D* des Rades gegen die Zapfenpfannen, der durch die am Rade in der lothrechten Entfernung Cm (Fig 5.) = R* Fußen von C horizontal, von m gegen m′ hin, treibende Waſſerkraft = K Pfunden, durch einen an einem horizontalen Radarme in einer Entfernung = X oder x Fußen von C angebrachten Widerſtand, welcher der K das Gleichgewicht hält, und durch das Gewicht G des Rades und deſſen, was an ihm hängt, verurſacht wird; §. 71. bis 78.

§ 71. Vorbemerkung 128

§. 72. Erſter Fall 129

§. 73. Zweiter Fall 134

§ 74. Dritter Fall 136

§. 75. Vierter Fall 139

§. 76. Fünfter Fall 141

§. 77. Reſultat 150

VI. Von der Reibung F der Wellzapfen des Waſſerrades in den Pfannen; §. 78. bis 81. . . 150

VII. Herſtellung einer Gleichgewichtsgleichung zwiſchen Kraft und Laſt; §. 81. bis zum Ende dieſes Werkes 153

Erſtes Kapitel.

Weſen und Arten
der
unterſchlächtigen Waſſerräder,
die bis jetzt in Anwendung gekommen ſind.

§. 1.

Ein Waſſerrad iſt eine an einer Welle durch Speichen angebrachte Vorrichtung, die entweder ein wirkliches Rad, (alſo mit einem durch Speichen feſtgehaltenen kreisförmigen Kranze, oder mit mehreren ſolchen Kränzen verſehen iſt), oder die nur durch ihre Speichen ein Rad vorſtellig macht, (die alſo ohne Kranz iſt) und in deren Peripherie Bretter, ſogenannte Radſchaufeln, dergeſtalt angebracht ſind, daß eine Umdrehungsbewegung ihrer Welle und Speichen ꝛc. erfolgen muß, wenn man ihre Schaufeln einem gegen dieſe anſtrömenden zureichend ſtarken Triebwaſſer entgegen ſtellt.

§. 2.

Die Welle eines ſolchen Rades kann eine horizontale Lage haben, wobei die Radſpeichen und das Rad lothrecht ſtehen, es kann aber auch die Welle eines Waſ-

ſerrades eine lothrechte Lage haben, wobei dann die Radſpeichen um das Rad horizontal liegen. Man hat daher Waſſerräder mit liegenden und mit ſtehenden Wellen zu unterſcheiden; die letzteren nennt man Stoßräder, aber nur vorzugsweiſe, denn man kann auch die unterſchlächtigen Waſſerräder, deren Wellen horizontal liegen, deswegen, weil ſie durch den Stoß oder Druck des gegen ihre Schaufeln anſtrömenden Waſſers in Umdrehungsbewegung verſetzt werden, Stoßräder nennen.

§. 3.

Ein unterſchlächtiges Waſſerrad iſt

A.) ein Waſſerrad, deſſen Welle horizontal liegt, deſſen Speichen ꝛc. mithin lothrecht liegen, und bei welchem

B.) das Triebwaſſer unterhalb der, durch ſeine horizontale Wellenaxe gehenden horizontalen Ebene an die Radſchaufeln anfällt, und dadurch Umdrehungs-Bewegung des Rades verurſacht (welche letztere Beſtimmung der Grund der Benennung eines ſolchen Rades und der Unterſcheidung von jenen mit horizontalen Wellen verſehenen Waſſerrädern iſt, bei welchen das Triebwaſſer oberhalb der durch ihre Wellenaxe gehenden horizontalen Ebene an die Radſchaufeln anfällt, und die man deswegen oberſchlächtige Waſſerräder nennt.

§. 4.

1.) Die lothrechte Höhe, um welche die Stelle St, worin das Triebwaſſer an eine obere Schaufel eines unterſchlächtigen Waſſerrades anſtrömt, über der Stelle St′, in welcher dieſes Waſſer von der von ihm getriebenen unterſten Radſchaufel wiederum abfließt, kann in dem Grade gering ſeyn, daß keine ſehr bedeutende Ver-

größerung der Wirkung des Triebwaſſers für die Rad-umdrehung herauskommen würde, wenn man dem Rade andere, als bloſe ebene, nur aus einfachen Brettern beſtehende, Schaufeln gäbe; es kann aber auch die vorgenannte Höhe der Stelle St über der St′ in dem Grade groß ſeyn, daß ſich eine bedeutende Vergrößerung der Wirkung des Triebwaſſers für die Radumdrehung ergiebt, wenn man dem Rade keine ebenen, ſondern gebrochene Schaufeln giebt, von welchen jede aus zweien unter einem Winkel gegen einander geſtellten Brettern beſteht, die einen Sack bilden — eine ſogenannte Sack- oder Kropf-Schaufel geben, — worin das darein eingefloſſene Waſſer durch ſein Gewicht für die Radumdrehung wirkſam iſt.

2.) Zufolge des hier Beigebrachten finden zwei Gattungen von unterſchlächtigen Waſſerrädern Statt, nämlich

A.) ſolche, deren Schaufeln ebene ſind, und die man unterſchlächtige Räder im gewöhnlichſten Sinne dieſes Ausdruckes nennt;

B.) ſolche, deren Schaufeln gekröpfte oder Säcke ſind, die man Sackräder, aber auch mittelſchlächtige Räder deswegen nennt, weil auch die oberſchlächtigen Räder Sackſchaufeln enthalten, und weil folglich ein unterſchlächtiges mit Sackſchaufeln verſehenes Rad als ein Mittelding zwiſchen einem oberſchlächtigen und einem mit bloſen ebenen Schaufeln verſehenen unterſchlächtigen — einem unterſchlächtigen Rade im engſten und gewöhnlichſten Sinne — zu denken iſt.

§. 5.

Die unterſchlächtigen Waſſerräder, welche mit ebenen Schaufeln verſehen, die alſo, im gewöhnlichen Sinne genommen, unterſchlächtige Waſſerrä-

der ſind, nennen wir auch gewöhnliche, und dieſe ſind es, von welchen wir nun weiter im Folgenden handeln werden.

§. 6.

Die gewöhnlichen unterſchlächtigen Waſſerräder ſind in zwey Arten einzutheilen, wie hier folgt:

a) In ſolche, die mit ihren Schaufeln in ein Gerinn, durch welches ihnen das Triebwaſſer zugeführt wird, eingehängt ſind, und die wir nicht freihängende unterſchlächtige Räder nennen;

b) in ſolche, die nur in ein frei in ſeinem natürlichen Abflußbette fließendes Waſſer mit ihren Schaufeln eingehängt ſind (was bei den Schiffmühlen-Rädern der Fall iſt), welche Räder freihängende unterſchlächtige Waſſerräder heißen.

§. 7.

Die nicht freihängenden unterſchlächtigen Waſſerräder hat man ferner auch noch in zwei Unterarten abzutheilen. Solche Räder ſind entweder:

aa) ſolche, die wegen der Kürze ihrer Schaufeln nur einen Radkranz, auf welchem die Schaufeln zureichend feſt aufgeſtellt werden können, erfordern und enthalten, welche Räder Straubräder heißen; oder ſie ſind

bb) ſolche, die wegen der Länge ihrer Schaufeln zwei Radkränze erfordern und enthalten, damit die Schaufeln derſelben zureichend feſt an dieſe angemacht werden können, welche Räder Staberäder heißen, und bei welchen auch noch folgende zwei Unterſcheidungen zu bemerken ſind:

aaa) Man hat ſonſt die Schaufeln ſolcher Räder zwiſchen die beiden Kränze in Nuthen, die man in die Kränze einarbeitete, eingeſchoben, welche Räder

wir Staberäder mit eingeſchobenen Schaufeln nennen; weil aber bei dergleichen Rädern dasjenige Gerinnwaſſer, welches gegen die Ränder der Radkränze anſtrömt, nicht gehörig für die Radumdrehung wirkſam wird, ſo iſt man von der vorerwähnten Einrichtung abgegangen, und giebt nun

bbb) den Staberädern immer eine ſolche Einrichtung, „daß die Schaufeln derſelben auf den beiden „Radkränzen nach den Richtungen der Halbmeſſer „derſelben feſt aufſitzen“; und wenn die Schaufeln bedeutend, z. E. 7 Fuße, lang ſind, ſo ſpannt man in den Mitten ihrer Längen hölzerne Spreitsbögen, welche 4 Zolle breit und $\frac{5}{4}$ Zolle dick ſind, ein, um dadurch zu bewirken, daß ſich die Schaufeln nicht biegen können. Alle dergleichen Räder nennen wir Staberäder mit aufgeſetzten Schaufeln.

§. 8.

Auch die freihängenden unterſchlächtigen Waſſerräder (§. 6.), die man auch, weil man ſich derſelben beſonders bei Schiffsmühlen bedient, Schiffsmühlen-Räder nennt, die aber auch zur Betreibung mancherlei anderer Maſchinen angewendet werden, ſind in zwei Unterarten abzutheilen, wie hier folgt:

aa) Man kann bei ſolchen Rädern die Kränze erſparen, kann ihnen Hauptärme — Hauptſpeichen, — welche gleich laufend einander gegenüber ſtehen, geben, kann dieſe Hauptärme durch Riegelhölzer feſt in Verbindung untereinander ſetzen, kann in dieſe Hölzer Radarmſtücke in Richtungen der Halbmeſſer der Welle einſetzen, und in Abſtänden von einander, welche den verlangten Schaufelabſtänden des Rades angemeſſen ſind, und kann die Schaufeln, der Wellenaxe gleichlaufend, an die

Hauptſpeichen und die zwiſchen dieſen liegenden Radarmſtücke oder Stückſpeichen durch eiſerne Schrauben oder in Speichenſchlitze eingelegt durch hölzerne Nägel befeſtigen, wodurch ein Staberad ohne Kränze (§. 1.) entſteht, welches wir ein altübliches Schiffs-Mühlen-Rad nennen.

bb) Man kann aber auch dem freihängenden Staberad eben ſo, wie dem nicht freihängenden, zwei Kränze geben; ein ſolches freihängendes Rad nennen wir ein neuübliches Schiffs-Mühlenrad, weil man leicht begreifen kann, daß man ſich in den neueren Zeiten jener Künſteleien, die zur guten Conſtruction eines altüblichen freihängenden Rades erforderlich ſind, nicht mehr bedienen wird, da für jene Künſteleien weder zureichende mechaniſche, noch ökonomiſche Gründe herbeigebracht werden können, wodurch man ſich zur Anwendung derſelben, die nur in zimmermänniſchen Capriçen beſtehen, berechtigt fühlen könnte.

Zweites Kapitel.

Lückenloſe Vorlehren zur Berechnung und Anlegung der unterſchlächtigen Waſſerräder.

§. 9.

Eine deutliche und bezweckte lückenloſe Zuſammenſtellung der dieſem Kapitel zugehörenden Lehren findet man ſchon in unſerem vor Kurzem herausgegebenen Werke:

„Nöthigſte Vorlehren aus der Mechanik und Hy„draulik mit neuen hydrauliſchen Lehren „für die zu den Berechnungen der Waſſerräder ꝛc. „beſten Ausmittelungen aller Geſchwindigkei„ten und Gefälle des Triebwaſſers, und mit „einer Beſchreibung eines einfachen, wohlfeilen „und zum Meſſen in verſchiedenen Tiefen brauch„baren Waſſergeſchwindigkeits-Meſſers. „(Augsburg und Leipzig, in der v. Jeniſch „und Stageſchen Verlagshandlung. 1836. — „Preis 15 ggr.)“

Auf dieſes Werk verweiſen wir diejenigen unſerer Leſer, welche die Lehren, die wir in gegenwärtigem Kapitel

nach den uns geſetzten Gränzen beibringen werden, noch weiter entwickelt und aus den oberſten Gründen derſelben abgeleitet zu erhalten wünſchen; bemerken aber dabei, daß wir auch in dem gegenwärtigen Kapitel viele Verbeſſerungen angebracht haben.

I.

Geſchwindigkeiten des fließenden Waſſers.

§. 10.

Vorbemerkung.

Wir reden hier und in der Folge beſonders nur von ſolchem fließenden Waſſer, dem ſein Lauf durch eine ihm angewieſene Bahn, ein ſogenanntes Waſſerbeet oder Waſſergerinn, angewieſen iſt, und bezeichnen ſolches Waſſer durch das Wort Bahnwaſſer.

§. 11.

Urſache des Fließens.

Die Urſache des Fließens des Waſſers iſt die Anziehungskraft, die Schwerkraft SK, des Erdkörpers, welche dieſer Körper gegen die von ihm ziehbaren Körper äußert, und wodurch er dieſe gegen ſein Mittelpunkt hin deſto ſtärker zieht, je näher ſie dieſem Mittelpunkte liegen. Ein von einer Stelle a gegen eine Stelle b auf der Erdfläche hinfließendes Waſſertheilchen fließt gegen die Stelle b hin bloß deswegen, weil die Stelle b dem Erdmittelpunkte näher liegt, als die Stelle a; u. ſ. w.

§. 12.

Geſchwindigkeit eines Waſſertheilchens.

Ein jedes fließendes Waſſertheilchen T eines Bahnwaſſers hat in jeder Stelle St ſeiner ihm angewieſenen

Bahn **erſtlich** durch die bis zu dieſer St hin erlittenen Einwirkungen der Schwerkraft, **zweitens** aber auch durch die ſeinem Laufe in ſeiner Bahn entgegenwirkenden Hinderniſſe ein gewiſſes Bewegungsbeſtreben = B Fußen erlangt, ſelbſt auch noch in dem Falle, wenn von der St an die Einwirkungen der SK und der Bewegungshinderniſſe in das T aufhörten, ſeinen Lauf noch weiter, und zwar von nun an bloß zufolge ſeines bereits erhaltenen B und zufolge ſeines Unvermögens, ſeinen Ruhe- oder Bewegungszuſtand ſelbſt zu verändern — ſeiner ſogenannten Trägheit — noch weiter in irgend einer ihm geſtatteten Bewegungsrichtung fortzuſetzen, und es müßte in dieſer Richtung unverändert fortgehen, wenn nicht von Neuem Kräfte in daſſelbe einwirkten; es müßte alſo, wenn dieſes wäre, das Theilchen T unverändert in jeder Zeitſekunde einen gewiſſen Weg = C Fußen und in jedem Theilchen einer ſolchen Sekunde einen Weg = w Fußen, folglich in gleichen Zeittheilchen T gleiche Wege w in der ihm gelaſſenen Bewegungsrichtung durchlaufen, es müßte T ſeinen Lauf gleichförmig fortſetzen.

„Ein ſolcher Sekundenweg = C Fußen, welchen „ein durch die Schwerkraft bis zu einer Stelle St „ſeiner Bahn getriebenes Waſſertheilchen T von die„ſer St an in der ihm gelaſſenen Bewegungsrichtung „bei dem Mangel aller fernern Krafteinwir„kungen bloß zufolge ſeines bis zur Stelle St er„haltenen Bewegungsbeſtrebens B und ſeiner „Trägheit ſtets fort gleichförmig durchlaufen „müßte, iſt das, was man des Theilchens T Ge„ſchwindigkeit C nennt.“

Die C iſt eine lothrechte oder horizontale oder ſchiefe, je nachdem die dem T von der Stelle St an gelaſſene Bewegungsrichtung eine lothrechte oder horizontale oder ſchiefe iſt.

§. 13.

Horizontalgeſchwindigkeiten des Bahnwaſſers; unmittelbare und mittelbare.

1.) Man denke ſich durch das in einer Waſſerbahn fließende Waſſer eine Ebene E lothrecht und dabei auch noch ſo gelegt, daß der mittlere Waſſerfaden rechts und links winkelrecht gegen die E geneigt iſt (läuft dieſer Faden horizontal, ſo iſt er auch oben und unten winkelrecht gegen die E geneigt). Eine ſolche E wird von den Gränzlinien der Waſſerbahn und einer Durchſchnittslinie des Waſſerſpiegels begränzt, und die innerhalb der eben genannten Linien befindliche E nennen wir den lothrechten Querſchnitt oder das lothrechte Querprofil des fließenden Waſſers und des Waſſerbeetes.

2.) In einem Stücke eines ſolchen lothrechten Querſchnittes E ſey eine kleine Tafel, welche an einem Stäbchen mW (Fig. 1.) um eine horizontale Welle W drehbar und durch den Strich mn bemerklich gemacht iſt, ganz in das Waſſer lothrecht eingetaucht, und vermittelſt eines an der W angebrachten Mechanismus feſtgeſtellt, ſo, daß ſie von dem gegen ſie anſtrömenden Waſſer, welches wir uns hier z. B. von der linken Seite der mn herkommend vorſtellen wollen, nicht aus ihrer lothrechten Stellung vorwärts geſchoben werden kann. In der Mittelſtelle St des Täfelchens mn denke man ſich eines von den gegen das mn ſtrömenden Waſſertheilchen T. Dieſes T hat ein Bewegungsbeſtreben B, welches einen Theil von einem Pfundgewichte ausmacht, wodurch es einen horizontalen Druck = B gegen die Stelle St des mn aus-

übt, und wozu eine gewiſſe horizontale Geſchwindigkeit c, alſo nach §. 12. ein gewiſſer Horizontalweg St q = c Fußen gehört, den es in einer Sekunde bloß zufolge ſeiner Trägheit und gleichförmig durchlaufen würde, wenn die mn den Einwirkungen der Schwerkraft, welche das T, nachdem es in St angekommen iſt, noch ferner leidet, nicht entgegen wirkte, und nebſt dem nicht auch noch ſonſtige Hinderniſſe der Vorwärtsbewegung des T Statt hätten.

3.) Dieſe Horizontal-Geſchwindigkeit St q = c Fußen iſt entweder eine unmittelbare oder eine mittelbare.

A.) Die horizontale c iſt eine unmittelbare, wenn das T in einer horizontal laufenden Bahn ... a St in St ankommt, und mithin nicht auch noch durch die ferneren lothrecht abwärts gehenden Eindrücke der Schwerkraft, die es leidet, zur Vorwärtsbewegung in ſeiner Bahn angetrieben werden kann, weil die Theilchen der Baſis dieſer Bahn dieſen Eindrücken direct reagiren. In dieſem Falle äußert das T ein Bewegungsbeſtreben St q = B Pfundtheilchen gegen die St des mn, welches unter einem rechten Winkel a St m = n St q gegen das lothrechte mn geneigt iſt, und welchem eine Horizontal-Geſchwindigkeit St q = c Fußen zugehört, die nicht von einem ſchiefabwärts gehenden Bewegungsbeſtreben B* und einer zu dieſem gehörenden ſchief gerichteten Geſchwindigkeit St p = c* Fußen herkommt.

B.) Es iſt hingegen die horizontale c eine mittelbare, wenn das T in einer ſchief abwärts laufenden Bahn ... a′ St in St ankommt, und mithin auch noch durch die ferneren Eindrücke der Schwerkraft zur Vorwärtsbewegung in ſeiner Bahn angetrieben wird. In dieſem Falle äußert das T ein Bewegungsbeſtreben

= B* Pfundtheilchen gegen die Stelle St des lothrechten mn unter einem ſchiefen Winkel a′ St m = n St p = w Graden, und es zerlegt ſich nach den Geſetzen der Mechanik das B* nach dem Parallelogramme St n q p der Kräfte in zwei Seitenbeſtrebungen, eine horizontale St q = B Pfundtheilchen, welche die Tafel mn leidet, und welcher B eine Horizontalgeſchwindigkeit St q = c Fußen zugehört, und in eine lothrechte St n = B′ Pfundtheilchen, welche in der Richtung der lothrecht in das Waſſer eingetauchten mn erfolgt, die daher keinen Druck gegen die mn, ſondern nur einen gegen die Baſis des T verurſachen kann, und welcher eine lothrechte Geſchwindigkeit = c′ Fußen zugehört, mit welcher das T lothrecht abwärts gehen würde, wenn unterhalb deſſelben alle Bewegungs-Hinderniſſe weggeräumt würden.

§. 14.

Folgerungen,

die ſich für das Meſſen der Geſchwindigkeiten der Theile eines Bahnwaſſers durch einen Waſſergeſchwindigkeitsmeſſer rückſichtlich des Umſtandes ergeben, daß die Horizontal-Geſchwindigkeit des Waſſers eine unmittelbare und mittelbare ſeyn kann.

1.) Wenn man einen Waſſergeſchwindigkeits-Meſſer hat, der ſo eingerichtet iſt, wie unſerer, den wir in unſerem in §. 9. angegebenen Werke beſchrieben haben, wenn man dieſen nach der in dieſem Werke angegebenen Vorſchrift zum Meſſen der Waſſergeſchwindigkeiten c anwendet, ſo nämlich, „daß man das Stoßtäfelchen mn „(Fig. 1.) in einem lothrechten Querſchnitte E der Waſ„ſerbahn dem Waſſer entgegen ſtellt, und aus dem hori-

„zontalen Bewegungsbeſtreben B, welches das Waſſer ge„gen das Täfelchen mn äußert, die Horizontalgeſchwin„digkeit c des Waſſers nach der dazu gegebenen Regel ab„leitet;“ ſo iſt dieſe c nur in dem Falle eine unmittelbar horizontale und ſomit die volle Waſſergeſchwindigkeit, wenn denen gegen das lothrecht ſtehende Täfelchen mn anſtrömenden Waſſertheilchen durch den Bahnboden ein horizontal gerichteter Gang a St ſchon vor dem Querſchnitte E angewieſen iſt, alſo in dem E und an dem mn keine Zerlegung eines ſchief abwärts gerichteten B* in zwei Seitenbeſtrebungen B̄ und B′ und keine Zerlegung der zu der B* gehörenden ſchiefen c* in zwei Seitengeſchwindigkeiten c und c′ (§. 13, Nr. 3.) Statt findet; es iſt hingegen die durch den Meſſer gefundene c eine mittelbar horizontale und ſomit nicht die ganz volle Waſſergeſchwindigkeit, wenn denen gegen das lothrecht ſtehende Täfelchen mn anſtrömenden Waſſertheilchen durch den Bahnboden ein ſchief abwärts gerichteter Gang a′ St angewieſen, und die durch den Meſſer gefundene horizontale c eine von einer ſchief gerichteten c* herkommende c iſt.

2.) Will man alſo wiſſen, ob die horizontale Geſchwindigkeit St q = c Fußen, die man durch unſeren Waſſergeſchwindigkeitsmeſſer, wenn man deſſen Stoßtäfelchen mn lothrecht in das fließende Waſſer untertaucht, findet, und die den gegen das mn anſtrömenden Waſſertheilchen T zugehört, eine unmittelbare oder mittelbare und ob alſo das Stoßwaſſer in horizontaler Richtung . . a St oder in ſchiefer . . . a′ St gegen die mn anſtröme, ſo muß man, um zu dieſer Erkenntniß zu gelangen, weitere beſondere Unterſuchungen anſtellen.

Bemerkung. Für die Anlage der Waſſerräder iſt es genug, wenn man nur die horizontale c, möge dieſe eine unmittelbare oder mittelbare ſeyn,

weiß, weßwegen wir auch in unſerem im §. 9. angeführten Werke auf die bisher erwogene Verſchiedenheit der c keine beſondere Rückſicht genommen haben.

§. 15.

Mittlere horizontale Geſchwindigkeit des Bahnwaſſers, wobei auf die Unmittelbar- und Mittelbarkeit der obgenannten Geſchwindigkeit keine Rückſicht genommen wird.

1.) Die Theilchen T eines fließenden Waſſers, welche durch lothrechte Querſchnitte Q ſeines Bettes hindurchfließen, können unmöglich einerlei Geſchwindigkeit, ſey dieſe eine horizontale oder ſchiefe, haben, wie aus Folgendem erhellet:

A.) Denjenigen Theilchen T, die durch ein ſolches lothrechtes Querprofil Q des Waſſerbeetes, welches dem Erdmittelpunkte näher liegt, als ein anderes hinter dem Q angenommenes lothrechtes Querprofil Q′, hindurchfließen, muß ein größeres horizontales Bewegungsbeſtreben = B Pfundtheilchen, und alſo auch, falls keine Bewegungshinderniſſe unſern Satz aufheben, eine größere Horizontalgeſchwindigkeit = c Fußen zukommen, als den durch jenes Q′ hindurchfließenden Waſſertheilchen zukommen kann; und das muß Statt haben einerſeits deswegen, weil die den Stellen des Q zugehörenden Waſſertheilchen ſtärker, als die, welche den Stellen des Q′ zugehören, von der Schwerkraft gegen das Erdmittelpunkt hin gezogen werden, andererſeits aber auch noch des-

wegen, weil zu denjenigen Einwirkungen der Schwerkraft — die Urſachen des Fließens der T —, welche die T ſchon in ihrem Laufe bis zu Q′ hin erlitten haben, auch noch diejenigen Einwirkungen kommen, die ſie in ihrem Gange von dem Q′ bis zu dem tiefer liegenden Q nothwendig erleiden, und wodurch ſie ſich immer geſchwinder vorwärts bewegen müſſen, wenn der Zunahme ihrer Geſchwindigkeit keine Bewegungshinderniſſe entgegen wirken.

B.) Ferner aber kann ſelbſt auch denjenigen Waſſertheilchen T, die durch einerlei Querſchnitt Q hindurchfließen, nicht einerlei B und c zukommen; denn zu dem, daß auch dieſer Theilchen Abſtände vom Erdmittelpunkte verſchieden ſind, kommt auch noch Folgendes: Die Theilchen T des Waſſerbeetes üben eine Anziehungskraft A gegen die Waſſertheilchen T aus, welche an und neben den T vorbeifließen, verzögern durch dieſe ihre A den Lauf der T, und zwar deſto ſtärker oder ſchwächer, je mehr oder weniger die abfließenden T den Waſſerbeettheilchen T entfernt liegen; und ferner findet ſelbſt auch noch zwiſchen den Waſſertheilchen T ein gewiſſer Zuſammenhang derſelben Statt. — Dieſe durch die Phyſik erweisbaren Erſcheinungen berechtigen uns zu der Aufſtellung des Satzes:

„Daß den durch einen Querſchnitt Q hindurch„fließenden Waſſertheilchen T verſchiedene B „und c zukommen, daß ſolchen T, die dem Bo„den und den Wänden des Waſſerbeetes nä„her liegen, als andere T′, ein kleineres B „und eine geringere c zukommen müſſe, als „den entfernter liegenden T′ zukommt, daß „mithin in einem Waſſerbeete am Boden und „an den Wänden deſſelben das Waſſer am lang„ſamſten, und in der Mitte der Breite des „Waſſerſpiegels am geſchwindeſten fließen „müſſe.“

Dieſer Satz iſt durch vielfache Meſſungen der Waſſergeſchwindigkeiten, die man in einerlei Q angeſtellt hat, zureichend beſtätigt worden.

2.) Man denke ſich ein lothrechtes Querprofil Q eines Bahnwaſſers in gleich große Flächentheile F eingetheilt, deren Quadratinhalt nur ſo groß iſt, daß die horizontalen Geſchwindigkeiten der durch die verſchiedenen Stellen eines ſolchen F fließenden Waſſertheile nur wenig von einander verſchieden ſeyn können. Man denke ſich ferner die Horizontalgeſchwindigkeit = c Fußen, mit welcher die ganze Summe der durch ein ſolches lothrechtes F hindurchgehenden Waſſertheilchen gleichzeitig hindurchfließt, durch das in das Theilchen F lothrecht eingeſetzte Stoßtäfelchen mn eines Waſſergeſchwindigkeitsmeſſers gemeſſen. Da iſt ſchon dieſe c in F eine mittlere, die den verſchiedenen horizontalen Geſchwindigkeiten v^1, v^2, v^3 ꝛc. der Waſſertheilchen T zugehört, welche durch das von dem mn eingenommene Flächentheilchen F des Q hindurchzugehen beſtrebt ſind. — Man denke ſich weiter in mehreren lothrechten Flächentheilen F^1, F^2, F^3 ꝛc. des Q, welche in verſchiedenen Abſtänden von dem Boden und den Wänden des Waſſerbeetes liegen, ſolche mittlere horizontale Geſchwindigkeiten c^1, c^2, c^3 ꝛc. aufgeſucht, und deren Summe $c^1 + c^2 + c^3$ ꝛc. durch die Anzahl n ihrer Glieder dividirt, ſo iſt der Quotient

$$C = \frac{c^1 + c^2 + c^3 + \ldots}{n} \text{ Fußen}$$

die mittlere horizontale Geſchwindigkeit des durch den Q hindurch fließenden Waſſers; man kann da, im Mittel genommen, ſetzen: „daß ein jedes von den „mit verſchiedenen Horizontalgeſchwindigkeiten c^1, c^2 ꝛc. „durch den Q hindurch fließenden Waſſertheilchen T mit „einer horizontalen Durchſchnitts-Geſchwindig-

„keit = C Fußen durch den Q hindurchgehe, und es iſt „die C deſto genauer, je größer die Zahl n der gemeſſenen „c^1, c^2, c^3 ꝛc. iſt."

II.

Geſchwindigkeits-Höhen.

§. 16.

Im Allgemeinen.

1.) Zu einer Geſchwindigkeit c, mit welcher ein in einer horizontalgelenkten Waſſerbahn fließendes Waſſertheilchen T von einer Stelle St eines Querſchnittes Q dieſer Bahn aus bloß zufolge ſeiner Trägheit horizontal, und zwar, wenn ſeiner Bewegung keine Hinderniſſe entgegen wirkten, gleichförmig vorwärts fließen müßte, kann man ſich eine lothrechte Linie, die = H Rheinl. Fußen iſt, denken, durch welche das T, alle Bewegungshinderniſſe (den Widerſtand der Luft ausgenommen) bei Seite geſetzt, alſo, wie man in dieſem Falle ſagt, frei und beſchleunigt hindurch gefallen ſeyn, und am Ende der H ſein durch die in dieſem Gange erlittene Einwirkungen der Schwerkraft von Null an entſtandenes Bewegungsbeſtreben B und die zu dieſem gehörende Geſchwindigkeit c, mit welcher das T von der Stelle St aus weiter fort, und zwar, wenn keine Bewegungshinderniſſe Statt hätten, gleichförmig fortfließen würde, erlangt haben müßte.

2.) Eine ſolche freie zu dem B und der c eines T gehörende Fallhöhe = H Rhnl. Fußen iſt entweder eine unmittelbar, oder ſie iſt eine mittelbar lothrechte. Das Letztere findet dann Statt, wenn das T nicht geradezu durch einen lothrechten Weg = H Fußen frei herunter gefallen iſt, und folglich alle Einwirkungen der Schwerkraft gänzlich auf ſeine Bewegung ver-

wendet worden ſind, ſondern wenn das T in einer ſchief abwärts gehenden Bahn gelaufen, und alſo während ſeines Laufes durch eine ſolche Bahn hindurch nur gewiſſe Theile der Einwirkungen der Schwerkraft auf ſeine Bewegung verwendet, andere Theile dieſer Einwirkungen aber auf einen gegen die Grundlinien der ſchiefen Bahn winkelrecht geneigten Druck des T verwendet wurden.

3.) In den beiden in vor. Nr. angegebenen Fällen heißt die freie Fallhöhe des T die Geſchwindigkeits-Höhe, welche zu dem B und zu der c, die dem T in der Stelle St des Q zukommt, gehört.

4.) Dieſe Größe H wird nach den Geſetzen der Mechanik aus der gemeſſenen c vermittelſt der Gleichung

$$\frac{c^2}{4 \cdot g} = H$$

Rheinl. Fußen gefunden, worin g denjenigen Fallraum = 15,625 Rhnl. Fußen bedeutet, welchen ein frei fallender Körper in einer Sekunde zurücklegen muß. Man hat alſo

$$H = \frac{c^2}{4 \cdot g} = \frac{c^2}{4 \cdot 15{,}625} = 0{,}016 \,.\, c^2 \text{ Rhnl. Fußen.}$$

Z. B. Wenn ein Waſſertheilchen T in einer Stelle St ſeiner Bahn durch die bis zu dieſer Stelle hin gelittenen Einwirkungen der Schwerkraft ein Beſtreben erhalten hat, von der St an in horizontal gelenkter Bahn, bei welcher kein Fallen des T und Beſchleunigtwerden ſeines Ganges mehr möglich iſt, bei einem Mangel aller Hinderniſſe 10 Rhnl. Fuße horizontal fort in 1 Sekunde zu durchlaufen, ſo iſt die zu dieſer Horizontal-Geſchwindigkeit c = 10 Rhnl. Fußen gehörende freie und als unmittelbar vorgeſtellte Fallhöhe, die ſogenannte Geſchwindigkeitshöhe, eine Größe

$$H = 0{,}016 \,.\, 10^2$$
$$= 0{,}016 \,.\, 100 = 1{,}6 \text{ Rhnl. Fußen.}$$

5.) Will man die H in andern, als Rheinl. Fuſen haben, ſo muß man die in der Gleichung $H = \frac{C^2}{4 \cdot g}$ vorkommende Größe g = 15,625 Rhnl. Fußen auf die andere für die H verlangte Fußart reduciren, und dann ſtatt der g die erhaltene Reduktionsgröße g' in der Gleichung anwenden.

§. 17.

Mittlere Geſchwindigkeits-Höhe.

1.) Nach §. 15, Nr. 2. läßt ſich für einen jeden Querſchnitt Q eines Bahnwaſſers aus den verſchiedenen Horizontalgeſchwindigkeiten c^1, c^2, c^3 ꝛc., mit welchen die Waſſertheilchen durch den Q hindurch laufen, eine mittlere Horizontalgeſchwindigkeit = C Fußen ableiten. Mißt man die c^1, c^2, c^3 ꝛc. in Rhnl. Fußen, berechnet dann aus dieſen Größen die mittlere C und ſucht aus dieſer nach §. 16. den Werth von $\frac{C^2}{4 \cdot g} = 0{,}016\,C^2$ Rhnl. Fußen, ſo iſt dieſer die mittlere Geſchwindigkeits-Höhe = ^mH Rhnl. Fußen, um welche, im Mittel genommen, ein jedes von den durch den Q hindurchfließenden Waſſertheilchen frei und lothrecht durch die Schwerkraft abwärts getrieben ſeyn muß, um ſeine mittlere Geſchwindigkeit $C = \frac{c^1 + c^2 + c^3 + \ldots}{n}$ Rheinl. Fußen zu erhalten.

Z. B. Wäre in einem lothrechten Querſchnitte Q eines Waſſerbettes durch eine Zahl = n (z. E. = 6) Meſſungen der horizontalen Geſchwindigkeiten c^1, c^2, c^3 ... die mittlere Geſchwindigkeit C = 4 Rhnl. Fußen gefunden worden, ſo wäre für dieſe C die mittlere freie Fall- oder Geſchwindigkeits-Höhe der durch Q horizontal hindurchfließenden Waſſertheilchen T eine Größe

2 *

$$^{m}H = \frac{C^2}{4 \cdot g}$$
$$= 0{,}016 \cdot C^2 = 0{,}016 \cdot 4^2$$
$$= 0{,}016 \cdot 16 = 0{,}256 \text{ Rhnl. Fußen.}$$

2.) Will man ^{m}H in einem anderen, als Rheinl. Maaße, ſo muß man g = 15,625 Fußen in dem verlangten andern Maaße ausdrücken, muß den Reductions-Werth g' ſtatt g in obiger Gleichung anwenden und nach dieſer weiter rechnen.

III.

Gefälle

der

Waſſerbette und des Waſſers, und das Finden derſelben.

§. 18.

Waſſerbettgefälle ^{b}G.

Man denke ſich auf dem Boden eines Waſſerbettes nach der Richtung des fließenden Waſſers eine gewiſſe Länge a b = L Fußen (Fig. 2.) angenommen, für die man das Gefäll des Waſſerbettbodens finden möchte. [Dieſe a b wird gemeſſen, wenn man in den angenommenen Punkten a und b zwei Stäbe A a . . . und B b . . . einſchlägt, wenn man die obere Waſſertiefe A a . . . = ^{o}T Fußen an dem Stabe A a . . . mißt, dieſe von b aus an dem Stabe B b aufwärts trägt, wodurch man die Höhe b B = A a = ^{o}T Fußen erhält, und wenn man von A aus bis B eine Schnur zieht und dieſe mißt, deren Länge A B = a b = L Fußen iſt. — Man denke ſich ferner aus dem Anfange a der a b eine Linie a c . . . über b hinweg horizontal, und ſodann auf dieſe a c . . . winkelrecht eine Linie b c gezogen. Die Länge dieſer b c = ^{b}G Fußen zeigt,

wie tief das Punkt b der Länge ab unter die aus a gezogene Horizontallinie ac... herunter fällt, und ſie heißt das zu der Strecke ab = L Fußen gehörende Waſſerbettgefäll, deſſen Fußzahl wir durch ${}^{b}G$ bezeichnen. — Dieſes iſt der Höhe af des mit einer horizontalen Baſis verſehenen Parallelogrammes abcſ gleich, welches ſich ergiebt, wenn man dem bei c rechtwinklichten Dreiecke abc das ihm gleiche bei ſ rechtwinklichte Dreieck beifügt.]

§. 19.

Das Finden eines Waſſerbettgefälles ${}^{b}G$ für eine kurze Strecke L von etwa 10 bis 20 Fußen ohne Waſſergeſchwindigkeitsmeſſer.

1.) Durch Stäbe und eine Schrotwaage.

A.) In dem auf der Oberfläche des Waſſers ſich gewählten Waſſerpunkte A (Fig. 2.) ſchlage man einen 3 Zolle dicken und zureichend lang gewählten Stab 𝔄 A a... lothrecht und ſo in den Waſſerbettboden ein, daß er etwa noch 1 Fuß hoch über A hervorragt.

B.) In dem ſich beſtimmten Waſſerpunkte x der Waſſerlinie Ax, die man ſich durch einen Schwimmer aus hohlem Holze oder Blech, den man an den Stab 𝔄 A a... ſchicklich durch eine lange Schnur anbindet, vorzeichnet, ſchlage man einen längeren 3 Zolle dicken cylindriſchen Stab Bxb... in das Punkt b des Waſſerbettbodens ſo ein, daß er möglichſt lothrecht ſteht. — Dieſer Stab muß oben einen eiſernen Ring und in der Mitte ſeiner Hirnfläche ein 5 Zolle tiefes cylindriſches Loch haben, damit, wenn er zu kurz iſt, ein zureichend langes mit einem Zapfen verſehenes 3 Zolle dickes cylindriſches Aufſatzſtück auf den Stab feſt aufgeſteckt werden könne, und man ſomit einen zureichend langen Stab Bxb... erhalte.

C.) Zu den beiden vorgenannten Stäben gehört ein 3 Zolle hoher und 2½ Zoll dicker rechtwinklicht vierkantig zugeſchnittener eichener Balken, welcher um 2 Fuße länger ſeyn muß, als die Linie a b = L Fußen, für die man das Gefäll b c = a f = bG Fußen (§. 18.) finden will. Dieſer Balken wird in dem dritten Theile ſeiner Länge auf jeder ſeiner breiten Seiten mit einer 2 Zolle breiten, ½ Zoll dicken und 5 Fuße langen Schiene aus Gußeiſen belegt, damit er ſich weniger biegen könne, und im Waſſer nieder ſinken müſſe. Neben den Enden der Schienen hat der Balken zwei geſchickt geſtellte Löcher, durch welche Stricke gezogen werden, vermittelſt welcher man den Balken gut auf den Boden des Waſſerbettes herunterlaſſen und auch wieder aus dem Waſſer herausziehen kann. Jeder Strick hat an ſeinem obern Ende eine hohle blecherne Schwimmkugel, damit er nicht im Waſſer niederfallen könne.

D.) Der Balke werde mit ſeiner breiten Seite an die beiden Stäbe angelegt, ſo, daß die Eiſen dem Vorderſtabe B B x b... am nächſten liegen, und ferner werde er durch Stricke locker an die Stäbe ſo angebunden, daß er auf den Boden des Waſſerbettes niedergeſtoſſen werden kann. Auf dieſen Boden laſſe man den Balken herunter und ſtoſſe ihn neben dem Vorderſtabe auf den Boden auf. So erhält man auf einem abfälligen Boden eine ſchiefe Ebene a b.

E.) Nun meſſe man an dem oberen Stabe A A a... vermittelſt eines feſt und lothrecht an ihn angelegten Maaßſtabes, welcher in a auf den Balken ... a b ... aufgeſetzt wird, die obere Waſſertiefe A a = oT Fußen, und trage dieſe vermittelſt des in b auf den Balken ... a b ... aufgeſetzten Maaßſtabes, indem man dieſen feſt und lothrecht an den untern Stab B B x b... anhält, von b aus aufwärts auf den B B x b..., wodurch man an dieſem Stabe das Punkt B und die Höhe b B = A a = oT

Fuſsen erhält. Man hat nun nach der Zeichnung ein Parallelogramm A a B b vor ſich liegen.

F.) Man nehme eine einen Zoll dicke und 3 Zolle breite Latte, die etwa 1 Fuſs länger iſt, als die ſich gewählte Strecke a b = L Fuſsen (§. 18.), für die man das Gefäll bG finden will. Einen halben Fuſs weit von dem Hinterende der Latte theile man dieſe auf ihrer breiten Seite durch Striche, die auf den Kanten der Latte winkelrecht ſtehen, in Fuſse ein, und ſchreibe neben dieſe die Zahlen 0, 1, 2, 3 ꝛc. Zwei Fuſse weit hinter dem Vorderende der Latte ſetze man winkelrecht auf die ſchmahle Seite der Latte ein Lattenſtück, welches 20 Zolle hoch iſt, feſt durch Zapfen, Leim und Bug auf. Auf dieſem ziehe man in der Mitte ſeiner Breite eine Lothlinie, welche gegen die Oberkante der Latte genaueſt winkelrecht geneigt iſt. Am oberen Ende dieſer Linie bringe man durch ein Häckchen ein Senkel gehörig an.

G.) Die ſo eingerichtete ſogenannte Schrotwaage lege man nach der Richtung des Waſſerlaufes an den Oberſtab 𝔄 A a . . . ſo an, daſs der erſte mit 0 bezeichnete Theilſtrich der Latte in der Mitte der Dicke des Stabes und das Oberende des Striches 0 in dem Waſſerſpiegelpunkte A liegt. Hierauf bohre man unter dem Waſſerſpiegel die Latte durch einen kurzen Nagelbohrer an den Stab ſo an, daſs der Bohrer durch die Mitte der Dicke des Stabes 𝔄 A a . . . gehet, und die Latte, welche auch an den Unterſtab 𝔅 B x b ſo, daſs ſie faſt horizontal läuft, angelegt ſeyn muſs, ſich um den Nagelbohrer, ohne ſich von der Bohrſeite des Stabes zu entfernen, herumdrehen läſst. Die Latte ſchiebe man nun an der Seite des Unterſtabes, an der ſie anliegt, auf und ab, bis das Senkel ihres Aufſatzſtückes in die obgenannte Lothlinie einſpielt, und wenn das iſt, ſo befeſtige man die Latte an den Stab 𝔅 B x b . . . durch einen Nagelbohrer ſo, daſs dieſer durch die Mitte der Dicke des Stabes läuft. So-

mit hat nun die Latte der Schrotwaage eine Lage erhalten, daß ihre Oberkante in der Horizontallinie AC läuft, und es iſt am Unterſtabe das Punkt C und die Höhe bC gefunden.

Bemerkung. Die Horizontallinie AC und das Punkt C kann man auch vermitteſt einer Schnur, die man mit dem Hinterende in dem Waſſerſpiegelpunkte A an den Stab 𝔄Aa... anſchlingt, an die man, zum Ausſpannen derſelben, an dem andern Ende ein kleines Gewicht hängt, und die man über einen an den Stab 𝔅Bxb... angehaltenen Nagelbohrer laufen läßt, finden. Man ſetzt den Nagelbohrer in der vordern Mittellinie des Stabes 𝔅b... ſo lange auf- und abwärts, bis der Theil AC der Schnur mit dem am Stabe abwärts hängenden Theile derſelben einen rechten Winkel bildet; dieſen beſtimmt man beiläufig durch ein gehörig ——— angehaltenes Winkelmaaß, beſſer und leichter aber durch den an den Schnurtheil AC nahe bei C angehängten leichten blechernen und mit einem Lothe verſehenen Halbkreis, den wir in unſerer Schrift von dem Nivelliren vermittelſt einer Schnur (Augsburg und Leipzig, in der von Jeniſch und Stageſchen Verlagshandlung, 1836) angegeben haben.

H.) Die horizontale aus A in C gezogene Linie AC iſt den horizontal gezogenen Linien ac und bf (§. 18.) gleichlaufend, und die lothrechten Stablinien af und Cb ſind auch gleichlaufend; folglich hat man hier ein rechtwinklichtes Parallelogramm ACbf vor ſich liegen, worin die opponirten Seiten gleich ſind. Weil nun hier die Seite

$$bC = Af$$

iſt, und man nach voriger Nummer E die Höhe

$$bB = Aa$$

genommen hat, ſo iſt die Reſtgröße

$$BC \text{ oder } bC - bB = Af - Aa = af = bc$$

oder ^bG Fußen (§. 18.),

alſo das Waſſerbettgefäll, und zwar für die Länge ab = L Fußen, die man ſich gewählt hatte.

Regel: „Das Waſſerbettgefäll af oder bc wird „gefunden, wenn man die Höhe bC und die Höhe bB „= Aa ſucht und af oder bc = bC weniger Aa ſetzt.“

2.) Durch einen Waſſergeſchwindigkeitsmeſſer. Zum Auffinden eines ^bG durch ein ſolches Inſtrument gehören Vorbegriffe, weswegen dieſe Art des Findens eines ^bG erſt im §. 24. angegeben werden kann.

§. 20.

Abhang

des Waſſerbettes für eine Länge ab = L Fußen.

1.) Auf der ab (Fig. 2.) = L Fußen, die man Gefällweite nennt, nehme man eine Länge eb = 1 Fuß und ziehe aus e mit der ac parallel eine Horizontallinie ed in dem lothrechten Gefälldreiecke abc (§. 14.); dieſe ed ſchneidet von dem ganzen zu der Weite ab = L Fußen gehörenden Waſſerbettgefälle ^bG oder bc ein Stück bd = A Fußen ab, welches zu der nur einen Fuß großen Gefällweite eb gehört. Dieſe Größe bd = A Fußen nennt man den Abhang des Waſſerbettes, und die Länge eb heißt die dem Abhange bd zugehörende Böſchung.

2.) In den einander ähnlichen Dreiecken abc und ebd verhält ſich ab : bc = ed : bd

oder $L : {}^bG = 1 : A$, woraus

$$A = \frac{^bG}{L} \text{ Fußen folgt.}$$

„Der Abhang A eines Waſſerbettes, welches
„die Länge oder Gefällweite ab = L haben ſoll, iſt
„der Quotient $\frac{bG}{L}$, der ſich durch die Diviſion des gan=
„zen für die angenommene L geſuchten Waſſerbettge=
„fälles ^{b}G durch die Größe L ergiebt.“

Z. B. Für L = 8000 und ^{b}G = 4 Fußen wäre
des Waſſerbettes Abhang

$$bd \text{ oder } A = \frac{bG}{L} = \frac{4}{8000} = \frac{1}{2000} \text{ Fuß} =$$

$$\frac{1}{2000} \text{ von } 100 \text{ Decimallinien} = \frac{1}{20} \text{ Decimallinie.}$$

„Auf jeden Fuß der 8000 Fuße großen Länge ab des
„Waſſerbettes käme ein Abhang bd, welcher $\frac{1}{20}$ Deci=
„mallinie betrüge.“

§. 21.

Waſſergefälle ^{w}G

1.) Das Waſſer fließt in einem abhängigen Bette, worin keine zu große dem Fließen des Waſſers entgegenwirkende Hinderniſſe Statt finden (was z. E. in glatten und zureichend abhängig liegenden Waſſergerinnen allemal der Fall iſt), immer geſchwinder durch diejenigen Querſchnitte Q des Bettes hindurch, welche dem Erdmittelpunkte näher liegen, als andere Querſchnitte Q′. Deswegen muß (bei einem NB. zureichend abhängigen Waſſerbette, welches gegen b hin nicht enger wird, und dem in ihm fließenden Waſſer keine zu großen Widerſtände entgegenſetzt) in dem unteren durch bx (Fig. 2.) gehenden niedriger liegenden Querſchnitte Q die lothrechte Waſſertiefe bx oder ^{u}T um einen gewiſſen Höhentheil Bx kleiner ſeyn, als die obere lothrechte Waſſertiefe ^{o}T in dem höher liegenden durch aA gehenden Querſchnitte Q′ iſt. — Es

iſt demnach (NB. unter den vorerwähnten Vorausſetzungen) das von der Horizontallinie AC herunter gerechnete Waſſergefälle ^{w}G eine lothrechte Höhe $Cx = BC + Bx = bc + Bx = af + Bx = {}^{b}G + Bx$, alſo um einen Höhentheil Bx größer, als das im §. 18. und 19. betrachtete Waſſerbettgefälle $BC = bc = af = {}^{b}G$ Fußen.

2.) Man hat demnach, wenn von einem Gefälle in Beziehung auf Waſſer die Rede iſt, ſehr wohl zu unterſcheiden, ob ein Waſſerbettgefäll ^{b}G oder ein Waſſergefäll ^{w}G gemeint ſeyn ſolle.

§. 22.

Das Finden des Waſſergefälles für eine ſich vorgegebene kleine Strecke $ab = L$ Fußen und das Beſtimmen einer dabei vorkommenden Differenz-Größe Bx.

1.) Vermittelſt der im §. 19. beſchriebenen Stäbe und Schrotwaage oder Schnur mit deren Zugehörigkeiten ſuche man die Horizontallinie AC (Fig. 2.), das Punkt C am Unterſtabe und die Höhe bC ſo, wie dort gezeigt worden iſt. Nun meſſe man an dem Stabe von C herunter bis an das Waſſerſpiegelpunkt x die Höhe Cx, welche das Waſſergefäll $= {}^{w}G$ Fußen iſt.

2.) Man kann auch die untere Waſſertiefe $bx = {}^{u}T$ Fußen meſſen, und dieſe von der bC abziehen, wodurch man die $Cx = bC - bx = {}^{w}G$ Fußen erhält; weil aber hierzu der in §. 19. beſchriebene Balke nöthig, und dennoch die Beſtimmung des Bodenpunktes b und der Tiefe bx oder ^{u}T nicht die genaueſte iſt, ſo iſt das in vor. Nr. 1. angegebene Verfahren leichter und genauer, als das in gegenwärtiger Nummer angegebene.

3.) Will man den Unterſchied Bx zwiſchen dem Waſſergefälle Cx oder ^{w}G und dem Waſſerbettgefälle

CB = af = bc oder ${}^{b}G$ Fuſsen wiſſen, ſo darf man nur ſetzen:

$$Bx = Cx - CB = {}^{w}G - {}^{b}G \text{ Fuſsen.}$$

4.) Weil nach §. 19. Nr. 1, E. die bB = Aa seyn ſoll, ſo kann man auch ſetzen:

$$Bx = bB - bx = Aa - bx = {}^{o}T - {}^{u}T$$

Fuſsen. Zum Finden des in der für Bx in vor. Nr. 3. angegebenen Ausdruckes ${}^{w}G - {}^{b}G$ enthaltenen Gefälles ${}^{b}G$ hat man nach §. 19, Nr. 1, E. nur das eine etwas unſichere Bodenpunkt a nöthig; man muſs nämlich die Höhe Aa = ${}^{o}T$ Fuſsen meſſen. Aber zum Finden des Bx nach der Formel ${}^{o}T - {}^{u}T$ muſs man die beiden Tiefen aA = bB und bx meſſen, muſs alſo zwei etwas unſichere Punkte a und b anwenden, weswegen das Verfahren in Nr. 3. das beſſere iſt.

§. 23.

Mittlere Waſſergefälle ${}^{mw}G$.

1.) Ein Waſſertheilchen T, welches auf dem Boden ab von a bis b abwärts flieſst, fällt während dieſes ſeines Ganges um eine Höhe bc = af = ${}^{b}G$ Fuſsen unter die aus a gezogene Horizontallinie ac herunter.

2.) Ein Waſſertheilchen aber, welches in der oberſten Waſſerlinie Ax von A bis x abwärts läuft, fällt während dieſes ſeines Laufes um eine Höhe

$$Cx = CB + Bx = {}^{b}G + Bx \text{ oder } {}^{w}G$$

unter die aus A gezogene Horizontallinie AC herunter.

3.) Das Mittel zwiſchen ${}^{b}G$ und ${}^{b}G + Bx$ iſt das mittlere Waſſergefäll

$${}^{mw}G = \frac{{}^{b}G + {}^{b}G + Bx}{2} = {}^{b}G + \tfrac{1}{2} Bx = af + a\beta$$

Man kann ſich alſo ſtatt des af ein mittleres Gefäll $f\beta$ und von β aus bis b eine ſchiefe Linie βb denken,

als die Richtung eines ſchief abwärts laufenden Waſſerbettbodens, auf welchem, im Mittel genommen, alle Waſſertheilchen in Linien, die der βb parallel laufen, abfließen.

4.) Weil $^{b}G + Bx$ das Waſſergefäll Cx (§. 21.) oder ^{w}G, dieſes aber nach §. 22. genauer meßbar iſt, als ^{b}G, ſo kann man auch ſetzen:

$$^{mw}G = {}^{w}G - \tfrac{1}{2} Bx \text{ (ſtatt } {}^{b}G + \tfrac{1}{2} Bx\text{)}$$

§. 24.

Das Finden eines Waſſerbettgefälles ^{b}G durch einen Waſſergeſchwindigkeitsmeſſer.

Zu dem Finden eines ^{b}G nach der in §. 19, Nr. 1. von uns angegebenen Verfahrungsweiſe hat man die zwei Punkte a und b nöthig. Damit man dieſe als ſolche Punkte erhalte, die nicht von Löchern und Buckeln des Waſſerbettbodens abhängen, ſo haben wir den in §. 19, Nr. 1, C. angegebenen Balken gewählt und deſſen Gebrauch dort in Nr. D. gezeigt. Die Anwendung dieſes Balkens iſt nicht nur mühſam, ſondern auch bei einem Boden, welcher zwiſchen den Enden der ſich gewählten Nivellirſtrecke L auf einem Buckel des Bodens zu liegen kommen und auf- und abwärts wanken kann, etwas unſicher. Ganz offenbar iſt das Auffinden eines ^{b}G ſicherer, als jenes in §. 19. von uns angegebene, wenn man von den Punkten a und b gar keins oder doch nur eins anzuwenden hat. Das Letztere iſt möglich durch Anwendung eines geſchickten Waſſergeſchwindigkeitsmeſſers, den wir in dem Werke:

„Nöthigſte Vorlehren aus der Mechanik und Hydrau-
„lik ꝛc., mit Angabe eines geſchickten Waſſergeſchwin-
„digkeitsmeſſers [Augsburg und Leipzig, in der
„von Jeniſch und Stageſchen Verlagshandlung
„(1836)]“

beſchrieben haben, und welchen wir hier durch WGM bezeichnen.

Wir wollen nun unſer Verfahren des Aufſuchens eines für die Praxis zureichend genauen mittleren Werthes der Größe ^{b}G, welcher durch einen WGM erhalten werden kann, beſchreiben. In dieſer Beſchreibung bezeichnen wir die in Q Statt findende natürliche Waſſergeſchwindigkeit durch ^{n}C, und unterſcheiden ſie dadurch von der Geſchwindigkeit des Waſſers in Q, die bei Gerinnen Statt hat, und die wir künftig durch C bezeichnen werden.

1.) Man meſſe vermittelſt des WGM die natürliche mittlere horizontale Waſſergeſchwindigkeit ^{n}C, welche in dem in bx angenommenen unteren lothrechten Waſſerquerſchnitte Q Statt findet (nach §. 15). Aus der in dieſem Q gefundenen ^{n}C ſuche man nach §. 17. die ihr zugehörende freie Fall- oder Geſchwindigkeits-Höhe, um welche, im Mittel genommen, jedes Waſſertheilchen fallen mußte, um in Q die mittlere ^{n}C zu haben; dieſe Höhe iſt nach der Mechanik eine Durchſchnitts-Größe $^{m}H = 0{,}016 \cdot {}^{n}C^2$ Rhnl. Fußen.

2.) Durch denſelben WGM meſſe man auch die mittlere horizontale Waſſergeſchwindigkeit V, welche in dem in Aa angenommenen Querſchnitte Q′ Statt findet, und ſuche die zu ihr gehörende freie mittlere Fallhöhe $^{m}H' = 0{,}016 \cdot V^2$ Rhnl. Fußen.

3.) Dieſe $^{m}H'$ ziehe man von der ^{m}H ab, ſo erhält man eine freie mittlere Unterſchiedshöhe

$$^{mu}H = {}^{m}H - {}^{m}H' = 0{,}016\ ({}^{n}C^2 - V^2)$$

Rhnl. Fußen, um welche, im Durchſchnitte genommen, jedes von den ſchon in dem Q′ mit einer V angekommenen und durch Q hindurchfließenden Waſſertheilchen T während ſeines durch den ſchief abwärts liegenden Waſſerbettboden ab ihm angewieſenen Ganges von dem

Q′ bis zu dem Q herunter von der Schwerkraft ohne alle im Waſſerbette und Waſſer erlittenen Bewegungshinderniſſe noch weiter abwärts geſunken ſeyn muß, damit ihm in Q die mittlere ${}^{n}C$ (Nr. 1.) zukomme.

4.) Das Waſſer iſt nach §. 23. in ſeinem Gange von Q′ bis Q um eine mittlere Höhe $af + a\beta = {}^{b}G + \frac{1}{2}Bx$ geſunken. Die Größe Bx aber würde offenbar größer ſeyn, als das Aufſuchen derſelben (§. 22, Nr. 3 und 4.) ausgiebt, wenn der Gang des Waſſers von Q′ bis zu Q herunter nicht durch mancherlei Hinderniſſe in ſeiner Bewegung verzögert würde. — Es iſt demnach die mittlere Fallhöhe ${}^{b}G + \frac{1}{2}Bx$ zu denken als ein Reſt, der von der eigentlichen ganzen Fallhöhe ${}^{b}G + X$, welche als Bedingung der Möglichkeit zu der ${}^{n}C$ des in dem Q ausfließenden Waſſers gehört, und von der ein Theil Y auf die erwähnten Hinderniſſe der Waſſerbewegung verloren ging, übrig blieb; es iſt die Größe ${}^{b}G + \frac{1}{2}Bx$ zu denken als eine freie mittlere von einer wirklich Statt habenden größeren Fallhöhe herkommende Geſchwindigkeitshöhe, welche der in voriger Nr. 3. angegebenen freien mittleren Unterſchiedshöhe

$$^{mu}H = 0{,}016\,({}^{n}C^2 - V^2) \text{ Rhnl. Fußen}$$

gleich iſt. Die bisherige Betrachtung berechtigt uns zu dem Aufſtellen der Gleichung

$$^{b}G + \tfrac{1}{2}Bx = 0{,}016\,({}^{n}C^2 - V^2).$$

5.) Aus dieſer folgt aber ein mittlerer Werth von

$$^{b}G = 0{,}016\,({}^{n}C^2 - V^2) - \tfrac{1}{2}Bx,$$

und man könnte alſo dieſen ohne die von dem a und b kommenden Unſicherheiten der Waſſertiefen $aA = {}^{o}T$ und $bx = {}^{u}T$ Fußen finden, wenn man die Größe Bx ohne Meſſungen dieſer Tiefen angeben könnte.

6.) Das Erſparen des Meſſens einer jeden von den beiden eben genannten Waſſertiefen iſt unmöglich, wohl aber kann man (nach §. 22, Nr. 3.) die Meſſung der bx

erſparen, weil man nach dem Dortigen $Bx = {}^{w}G - {}^{b}G$ Fußen ſetzen kann.

Man hat demnach Folgendes:

$${}^{b}G = 0{,}016 \cdot [{}^{n}C^2 - V^2] - \tfrac{1}{2} Bx$$

$$= 0{,}016 \cdot [{}^{n}C^2 - V^2] - \tfrac{1}{2} ({}^{w}G - {}^{b}G),$$ alſo

$${}^{b}G + \tfrac{1}{2} \cdot {}^{w}G - \tfrac{1}{2} \cdot {}^{b}G = 0{,}016\ [{}^{n}C^2 - V^2]$$ und

$$\tfrac{1}{2} \cdot {}^{b}G = 0{,}016 \cdot [{}^{n}C^2 - V^2] - \tfrac{1}{2} \cdot {}^{w}G$$ und

$${}^{b}G = 0{,}032 \cdot [{}^{n}C^2 - V^2] - {}^{w}G$$ Rhnl. Fußen.

7.) Dieſen Werth, welcher NB. ein mittler iſt, ſuche man und vergleiche ihn mit dem nach §. 19. erhaltenen. Dieſe Vergleichung giebt abermals ein arithmetiſches Mittel für ${}^{b}G$.

8.) Beiſpiel: Man habe durch das Inſtrument WGM auf eine Strecke ab (Fig. 2.) oder $L = 10$ Fußen die mittlere horizontale Ausfluß-Geſchwindigkeit ${}^{n}C = 16$ Rheinl. Fußen für einen untern lothrechten Querſchnitt Q gefunden, und in a oder nahe hinter a habe man die mittlere horizontale Einfluß-Geſchwindigkeit $V = 4$ Fußen durch daſſelbe Inſtrument WGM erhalten; für dieſe Werthe von ${}^{n}C$ und V iſt, im Mittel genommen, das Waſſerbettgefäll

$${}^{b}G = 0{,}032\ [16^2 - 4^2] - {}^{w}G$$

$$= 0{,}032\ [256 - 16] - {}^{w}G$$

$$= 0{,}032 \cdot 240 - {}^{w}G = 7{,}68 - {}^{w}G.$$

Man habe ferner das Waſſergefäll ${}^{w}G$ für den Querſchnitt Q von der Stabſtelle C (Fig 2.) bis zu x herunter nach §. 22. gemeſſen, und dafür den Werth $= 4{,}18$ Fußen gefunden; dafür iſt nun

$${}^{b}G = 7{,}68 - 4{,}18 = 3{,}5$$ Rhnl. Fußen.

IV.

Mittel und Fälle
der
Anwendung des Bettwaſſers,

welche bei dem Betreiben der unterſchlächtigen nicht freihängenden Waſſerräder durch ſolches Waſſer in Betrachtung zu nehmen ſind.

1.) Von den erforderlichen Waſſerbetten oder Gerinnen.

§. 25.

Rad= oder Abſchuß=Gerinne, die Schnur= oder Kropf=Gerinne ſind.

Man denke ſich ein ſchief abwärts laufendes gleichweites Waſſergerinn, in welches ein Waſſerrad eingehängt ſeyn und durch das im Gerinne herunter ſchießende Waſſer in Umdrehungsbewegung verſetzt werden ſoll. Ein ſolches Gerinn nennt man Abſchuß= oder Rad=, und bei Getreidemühlen auch Mühl= oder Mahl=Gerinn. Der Boden deſſelben kann nach einer geraden Linie ab (Fig. 2. und 3.) abwärts laufen, in welchem Falle das Gerinn ein nach der Schnur laufendes — ein Schnur=Gerinn — heißt; es kann aber auch der Boden, nach der Krümmung des Waſſerrades, gebogen ſeyn, auf die in Fig. 4. dargeſtellte Weiſe, in welchem Falle der obere Theil gpb des Gerinnbodens eine ſogenannte Kropflinie iſt, und das Gerinn Kropfgerinn genannt wird. — Der Boden eines ſolchen Gerinnes ſey von der Stelle b an, über welcher eine lothrecht ſtehende Radſchaufel

hängt, auf eine kleine Strecke horizontal laufend gerichtet, damit dem Abſchuß- oder Trieb-Waſſer von b an eine unmittelbare Horizontal-Geſchwindigkeit (§. 13.) zukomme.

§. 26.

Zuflußbett oder Obergerinn.

Das Waſſer muß dem Abſchußgerinne ᵃG durch ein Waſſerbett, an welches ſich das ᵃG anſchließt, zugeführt werden. Ein ſolches Bett nennen wir Zuflußbett, bezeichnen es durch ᶻB und wenn es ein hölzernes Gerinn iſt, ſo nennt man es auch rückſichtlich des unter ihm folgenden ᵃG ein Obergerinn. — In dem lothrechten Querſchnitte bei ... Aa (Fig. 2.), worin ſich das ᵃG an das ᶻB anſchließt, muß eine Schütz- oder Stellfalle cf (Fig. 3 und 4) angebracht ſeyn, durch deren gradweiſes Auf- und Nieder-Ziehen die aus dem ᶻB in das ᵃG einzulaſſende Waſſermenge ᵉM regulirt werden kann. — Das ᶻB kann von der Falle cf an Wände haben, die genau oder doch beiläufig einander parallel laufen, es können aber auch dieſe Wände von cf an in einer gewiſſen Strecke immer mehr und mehr auseinander gehen (divergiren), ſie können ſogenannte Flügelwände ſeyn; man hat demnach ᶻB mit Flügelwänden und ohne Flügelwände zu unterſcheiden. — Die Flügelwände ſollen dazu dienen, daß das Zuflußwaſſer gegen die Stellfalle hin immer mehr und mehr zuſammengezwängt, dadurch erhöht oder aufgeſtaut werde und deſto raſcher aus dem ᶻB in das ᵃG einfalle.

§. 27.

Neben- oder Wüſten-Bett oder Gerinn.

Mit dem ᶻB muß auf irgend eine Weiſe ein Neben-

Bett oder Gerinn ⁿB in Verbindung geſetzt ſeyn, ſo, daß durch das gradweiſe Aufziehen einer zwiſchen dem ᶻB und ⁿB angebrachten Stellfalle in dem Zeitpunkte, worin ſo viel Triebwaſſer in dem ᶻB ankommt, daß man dieſes nicht gänzlich in das ᵃG einſchießen laſſen darf, das rückſichtlich der verlangten vortheilhafteſten Waſſerradumdrehung überflüßige Waſſer in das ⁿB eingelaſſen und dadurch beſeitigt werden kann. Der hier angegebene Zweck des ⁿB iſt aber nicht der ganze, es gehört auch noch Folgendes dazu: Das Zuflußwaſſer kommt öfters mit feſten Materien, die in ihm ſchwimmen, z. E. großen Holzſtücken, Reiſig, Stroh ꝛc. gegen die Stellfalle des ᵃG hin an, welche Materien zur Sicherung des Ganges des Waſſerrades nicht in das ᵃG eingelaſſen werden dürfen; deswegen muß vor der zwiſchen dem ᶻB und dem ᵃG befindlichen Stellfalle ein Gitter — ein ſogenannter Rechen — angebracht werden, wodurch dem Uebergange der vorgenannten in dem ᶻB ankommenden Materien in das ᵃG begegnet wird, dieſe Materien alſo vor und an dem Gitter oder Rechen liegen bleiben müſſen. Damit ſie ſich aber da nicht in zu großer Maſſe anhäufen können, ſo muß dem Rechen eine gegen die Wand des ⁿB waſſerabwärts laufende ſchiefe Lage gegeben werden, wodurch erzweckt wird, daß die genannten Materien, indem das Waſſer durch das ⁿB hindurch ſtrömt, durch dieſes von dem Rechen hinweggeriſſen und aus dem ⁿB abgeflößt werden. Weil man die vorgenannten Materien unnützes und dem Radgange ſchädliches Zeug und auch Wuſt nennt (wozu man auch das überflüſſige Waſſer rechnen kann), ſo wird das ⁿB auch Wüſten-Bett oder Wüſten-Gerinn genennt.

2.) Von den beiden hier zu beachtenden Hauptfällen der Anwendung des Waſſers, welches man zum Betreiben eines in ein Gerinn ᵃG eingehängten unterſchlächtigen Waſſerrades aus einem ᶻB in das ᵃG einfließen läßt.

§. 28.

Es kann der Fall ſeyn, daß in den meiſten Tagen des Jahres dem ᵃG durch das ᶻB Waſſer nur in einer ſolchen Tiefe aA = oT Fußen (Fig. 2.) zugeführt werden kann, bei welcher man, damit die dem Waſſerrade angehängte Maſchine gehe, die in Aa angebrachte Stellfalle gänzlich bis auf den Waſſerſpiegel aufgezogen erhalten muß. — In dieſem erſten Falle der Benutzung des Triebwaſſers zur Umdrehung des in dem ᵃG hängenden Rades dient die Stellfalle bloß dazu, das Rad durch das gänzliche Aufziehen oder Zuſtellen derſelben in Bewegung oder Ruhe zu verſetzen; man treibt das Rad in dieſem Falle bloß durch unaufgeſtautes Waſſer. — Man kann freilich in dem Falle, wenn das Zuflußwaſſer in nur geringer Tiefe aA herbeikömmt, das Rad durch aufgeſtautes Waſſer in Bewegung ſetzen, denn man kann die Falle eine Zeit lang verſchloſſen halten, dadurch eine Aufſtauung des Waſſers hinter der Falle und in dem ᶻB bewirken, und hernach, wenn dieſe in dem Grade, in welchem man ſie nach gerichtlicher Beſtimmung vornehmen darf, eingetreten iſt, die Falle nach dem erforderlichen Betriebe des Rades aufziehen und das Waſſer ſo lange ablaufen laſſen, bis eine neue Aufſtauung deſſelben vorzunehmen iſt. Man iſt aber rückſichtlich des Aufſtauens des Waſſers durch gerichtliche Beſtimmungen, die man nicht überſchreiten darf, beſchränkt, denn wenn man das Waſſer zu hoch ſtaut, ſo kann es, bei ſeichten Ufern des ᶻB, ſchädliche Ueberſchwemmungen verurſachen, und wenn

ſogenannte Hintermüller vorhanden ſind, ſo können dieſe ſogenanntes Hinterwaſſer erhalten, welches ſich den Schaufeln ihrer Räder entgegen ſtemmt und den Gang ihrer Räder vermindert. — Wegen der vorgeſchriebenen Gränzen, die man bei dem Aufſtauen des Waſſers hinter der Falle und in dem ^{z}B zu beobachten hat, und die meiſtens ſehr beſchränkt ſind, dauert der Vortheil, welchen man bei einem ſehr ſeicht ankommenden Zuflußwaſſer durch Aufſtauung deſſelben erlangt, gemeiniglich nicht lange, und es iſt öfters beſſer, wenn man ſich des Aufſtauens gar nicht bedient.

§. 29.

Es kann aber auch, im Gegenſatze des vorigen Paragraphens, der Fall ſeyn, daß in den meiſten Tagen des Jahres dem ^{a}G durch das ^{z}B Waſſer in einer ſolchen Tiefe $aA = oT$ Fußen zugeführt werden kann, bei welcher man, damit die dem Waſſerrade angehängte Maſchine gehe, die in aA angebrachte Stellfalle nicht gänzlich bis auf den Waſſerſpiegel aufgezogen zu erhalten genöthigt iſt. — In dieſem zweiten Falle der Benutzung des Triebwaſſers zum Umdrehen des in dem ^{a}G hängenden Waſſerrades kann in den meiſten Tagen des Jahres die Bewegung des Rades durch Aufſtauung des Zuflußwaſſers erhöht werden. Man zieht in dieſem Falle die Stellfalle in Aa (Fig. 2.), die in Fig. 3. und 4. durch cf bezeichnet iſt, immer nur ſo hoch, daß die Menge ^{e}M des unter ihr aus dem ^{z}B in das ^{a}G einfließenden Triebwaſſers dem verlangten zweckmäßigſten Gange des Waſſerrades angemeſſen iſt, läßt das Waſſer hinter der Stellfalle ſo hoch aufwärts ſteigen, als es gerichtlich geſtattet iſt, und zieht hierauf die Falle des Wüſt-Bettes oder Gerinnes (§. 27.) ſo weit auf, daß das Waſſer vor der Falle des ^{a}G nicht über die geſetzliche Stauungshöhe, welche durch einen ſogenannten Mühl- oder Mahl- oder Eichpfahl, deſſen

Kopf mit einer Kupferplatte beſchlagen ſeyn ſoll, aufwärts ſteigen kann.

V.

Wie die mittlere Horizontalgeſchwindigkeit C, mit der ein Triebwaſſer, welches in einem von a bis b ſchief abwärts gerichteten, von da an aber (wo eine untere lothrechte Radſchaufel gedacht wird) in einem horizontal gelenkten Radgerinne (Fig. 2, 3, 4.) fließen ſoll, für den in b befindlichen lothrechten Querſchnitt Q, durch welchen es hindurchfließt, aus den Größen, von welchen die C abhängig iſt, für die beiden in §. 28. und 29. angegebenen Fälle der Benutzung des Triebwaſſers durch Rechnung gefunden werden könne, und was ferner von dieſen Rechnungen zu halten ſey.

§. 30.

Berechnungsweiſe der vorgenannten C für den Fall, „daß man unaufgeſtautes Waſſer (§. 28.) „zu dem Umtriebe des Rades anzuwen„den habe.“

1.) Zu der mittleren bei b eingetretenen Horizontalgeſchwindigkeit des da durch den lothrechten Querſchnitt Q hindurchlaufenden Waſſers gehört nach §. 17. eine gewiſſe mittlere Geſchwindigkeitshöhe

$$^{m}H = \frac{C^2}{4 \cdot g} = 0{,}016 \,.\, C^2 \text{ Rhnl. Fußen;}$$

daraus aber folgt, wenn man ^{m}H als gegeben annimmt und aus dieſer Größe die C ableitet,

$$4g \,.\, {}^{m}H = C^2$$

und $2\sqrt{g} \cdot {}^{m}H$ oder $2\sqrt{15{,}625} \cdot {}^{m}H$ oder $7{,}9 \cdot {}^{m}H = C$ Rheinl. Fußen.

2.) Wären die im Q ausfließenden Waſſertheilchen alle vor dem in A a vorgeſtellten lothrechten Querſchnitte Q′ mit einer Geſchwindigkeit $V = o$ ausgegangen und über einen mittelſchief gerichteten Waſſerbettboden βb (§. 23, Nr. 3.) in lauter dem βb parallelen Linien abgefloſſen, ſo wäre die ${}^{m}H$ der Waſſertheilchen für die Länge βb des Bodens das mittlere Waſſergefäll ${}^{mw}G = {}^{w}G - \frac{1}{2} Bx$ (§. 23, Nr. 4.) und es müßte folglich nach der vorigen Gleichung

$$C = 7{,}9 \cdot \sqrt{{}^{m}H}$$

die mittlere horizontale Ausflußgeſchwindigkeit der aus dem bei b angenommenen Q hervortretenden Waſſertheilchen T eine Größe

$$C = 7{,}9 \cdot \sqrt{[{}^{w}G - \tfrac{1}{2} Bx]}$$

Rheinl. Fußen ſeyn.

3.) Es fließt aber das Waſſer aus dem Zuflußbette ${}^{z}B$, an welches ſich in A a das Abflußgerinn ${}^{a}G$ anſchließt (§. 26.), mit einer gewiſſen mittleren Geſchwindigkeit $= V$ Fußen in das ${}^{a}G$ ein, und es muß alſo ſchon um eine gewiſſe mittlere Geſchwindigkeitshöhe, die $= 0{,}016 \cdot V^2$ Rhnl. Fußen in jedem Augenblicke ſeines Durchganges durch den bei A a angenommenen Querſchnitt Q′ gefallen ſeyn.

4.) Demnach iſt der ganze mittlere Fall, die ganze mittlere Geſchwindigkeitshöhe, um welche das in dem bei b vorgeſtellten Querſchnitte Q mit einer mittlern C horizontal ausfließendes Waſſer während ſeines ganzen Laufes gefallen ſeyn muß, nicht bloß die Höhe ${}^{mw}G = {}^{w}G - \frac{1}{2} Bx$, ſondern eine mittlere Fallhöhe

$${}^{m}H = 0{,}016 \cdot V^2 + {}^{w}G - \tfrac{1}{2} Bx$$

Rheinl. Fußen.

5.) Folglich iſt die mittlere horizontale Geſchwindigkeit des aus dem bei b vorgeſtellten lothrechten Querſchnittes Q ausfließenden Waſſers keineswegs die in vor. Nr. 2. angegebene C, ſondern ſie iſt, im Mittel genommen, eine Größe

$$C = 7{,}9 \cdot \sqrt{[0{,}016 \cdot V^2 + {}^{w}G - \tfrac{1}{2}\,Bx]}$$

Rheinl. Fußen.

6.) Nach §. 22, Nr. 3. iſt $Bx = {}^{w}G - {}^{b}G$ Fußen, wonach alſo aus voriger Gleichung dieſe wird:

$$C = 7{,}9 \cdot \sqrt{[0{,}016 \cdot V^2 + {}^{w}G - \tfrac{1}{2}\,({}^{w}G - {}^{b}G)]}$$
$$= 7{,}9 \cdot \sqrt{[0{,}016 \cdot V^2 + \tfrac{1}{2} \cdot {}^{w}G + \tfrac{1}{2} \cdot {}^{b}G]}.$$

7.) Beiſpiel: Das iſt eigentlich hier nicht nöthig, weil man V meſſen muß, und folglich auch C meſſen kann (§. 32.), damit man aber die hier Statt habende C mit der, die wir in Nr. 5. des folgenden Paragraphens für aufgeſtautes Waſſer finden werden, vergleichen könne, ſo wollen wir hier die C für dieſelben dort anzunehmenden Werthe von V, ${}^{w}G$ und ${}^{b}G$ berechnen.

Es ſey kurz vor der Stellfallenſtelle die im Zuflußbette ${}^{z}B$ Statt habende V durch das Inſtrument WGM gemeſſen und dieſe V = 4 Fußen gefunden worden, wofür alſo $0{,}016 \cdot V^2 = 0{,}016 \cdot 4^2 = 0{,}016 \cdot 16 = 0{,}256$ Fußen iſt; ferner habe man das Waſſergefäll ${}^{w}G$ nach §. 22. gemeſſen, dieſes = 4,18 Fußen gefunden, und auch das Waſſerbettgefäll ${}^{b}G$ (z. E. nach §. 24.) geſucht, und habe dafür (z. E. §. 24, Nr. 8.) den Werth 3,5 Fuße erhalten; für die hier angenommenen Werthe iſt nun nach der Gleichung in Nr. 6. die Größe

$$C = 7{,}9 \cdot \sqrt{[0{,}256 + \tfrac{1}{2} \cdot 4{,}18 + \tfrac{1}{2} \cdot 3{,}5]}$$
$$= 7{,}9 \cdot \sqrt{[0{,}256 + 3{,}84]} = 7{,}9 \cdot \sqrt{4{,}096}$$
$$= 7{,}9 \cdot 2{,}02 = 16{,}116 \text{ Fußen.}$$

§. 31.

Berechnungsweiſe der vorgenannten C für den Fall, „daß man aufgeſtautes Waſſer (§. 29.) zu „dem Umtriebe des Rades anzuwenden „habe.“

1.) Wenn man ein gleichweites Waſſergefäß lothrecht aufſtellt, dieſes mit Waſſer anfüllt, ihm nahe über ſeinem Boden in ſeiner Seitenwand eine kleine durch einen Stöpſel verſchloſſene horizontale Oeffnung giebt, und die Einrichtung trifft, daß, wenn aus dieſer Oeffnung der Stöpſel ausgezogen, und das Waſſer zum Ausfluße gebracht wird, dem Gefäße von oben herein beſtändig fort ſo viel Waſſer zufließt, als unten aus ihm ausſtrömt, und zwar zufließt ohne merkliche Erſchütterung des Waſſerſpiegels, ſo, daß im Gefäße die lothrechte Höhe H des Waſſerſpiegels über dem Mittelpunkte der kleinen Ausflußöffnung, immer, in möglichſter Genauigkeit beſorgt, dieſelbe bleibt, und wenn man nun nach eingetretenem Beharrungsſtande des Waſſerausflußes Unterſuchungen über die mittlere horizontale Ausflußgeſchwindigkeit C des Waſſers anſtellt, ſo findet man, daß die

$$C = 2\sqrt{g \cdot H} = 2\sqrt{15{,}625\, H} = 7{,}9\sqrt{H}$$

Rheinl. Fußen geſetzt werden dürfe.

2.) Dieſer für kleine Ausflußöffnungen durch vielfache und ſehr ſorgſam angeſtellte Verſuche beſtätigte Satz iſt dann weiterhin in Unterſuchung genommen worden für die Frage:

„Ob er auch noch als gültig angenommen werden „könne, wenn man ſetzt, daß das beſtändig und ohne „merkliche Erſchütterung des Waſſerſpiegels gleichvoll „erhaltene Waſſergefäß ſehr weit und mit einer Aus„flußöffnung verſehen ſey, die ſo groß iſt, wie die

„bei Schutzteichen gewöhnlich vorkommenden Oeffnun-
„gen aufgezogener Stellfallen."

Nach Eytelwein (ſ. deſſen Handbuch der Mechanik feſter Körper und der Hydraulik, S. 129) darf man auch bei ſolchen Gefäßen und großen Stellfallenöffnungen die mittlere horizontale Ausflußgeſchwindigkeit C des Waſſers noch mit einer für die Praxis zureichenden Genauigkeit = 7,9 √ H Rhnl. Fußen ſetzen, worin H die an der Oeffnung von dem Waſſerſpiegel bis zu dem Mittelpunkte der Oeffnung herunter gemeſſene Waſſerhöhe bedeutet, wobei aber vorausgeſetzt iſt, daß die Geſchwindigkeit V des in den Waſſerbehälter einkommenden Waſſers die Ausflußgeſchwindigkeit C deſſelben nicht ſehr verändern, die V alſo gegen die C als Null betrachtet werden könne.

3.) Man hat hernach die Gleichung

$$C = 7{,}9 \cdot \sqrt{H}$$

auch auf die Fälle angewendet, in welchen das Zuflußwaſſer nicht von oben herein, ſondern von der Seite her mit einer Geſchwindigkeit V, die faſt = 0 iſt, in dem Waſſerbehälter ſo, daß die Waſſerhöhe H forthin möglichſt unverändert bleibt, angewendet. — Wir haben im §. 11. und 13. unſerer im §. 9. des gegenwärtigen Werkes angeführten Schrift über die Statthaftigkeit dieſes Verfahrens weitſchichtige Unterſuchungen angeſtellt, und halten uns hier an die dort gefundenen Reſultate.

A.) Es fließe Waſſer in einem mit oder ohne Flügelwände verſehenen Zuflußbette . . . . Lgih oder zB (Fig. 3. und 4.) gegen eine Stellfalle cf hin, welche nicht um die ganze Tiefe = oT Fußen des Zuflußwaſſers aufgezogen iſt, durch die Stellfallenöffnung gc = b Fußen in ein Rad- oder Abſchuß-Gerinn gb ein, und es werde alſo das Waſſer um eine gewiſſe Druckhöhe ch aufgeſtaut und in dieſer Höhe durch gehöriges Reguliren der Stellfalle des Nebengerinnes (§. 29.) erhalten.

B.) Da iſt nun der Waſſerſtand gh (d. h. die lothrechte Höhe des Spiegels des bis h aufgeſtauten Waſſers über dem Unterpunkte g des Zuflußbettes ^{z}B und Abſchuß-Gerinnes gb ...) eine gewiſſe gerichtlich conſtituirte Größe = St Fußen, und die mittlere von h bis zu dem Mittelpunkte m der Ausflußöffnung gc lothrecht herunter gemeſſene freie Fallhöhe des Waſſers iſt eine Größe $H = hg - \frac{1}{2} cg = St - \frac{1}{2} \mathfrak{b}$ Fußen.

C.) Es würde alſo das Waſſer durch den in gc vorgeſtellten lothrechten Querſchnitt Q′ mit einer mittleren Horizontalgeſchwindigkeit

$$\mathfrak{C} = 7{,}9 \cdot \sqrt{H} = 7{,}9 \cdot \sqrt{(St - \tfrac{1}{2} \mathfrak{b})}$$

Rheinl. Fußen in das Gerinn ab einfließen, wenn es nicht ſchon mit einer gewiſſen mittleren Geſchwindigkeit V vor dem Q′ ankäme. Es kommt aber das Waſſer wirklich ſchon mit einer gewiſſen V unter dem Aufſtauungswaſſer vor dem Q′ an, und es iſt alſo zu ermeſſen als ein Waſſer, welches ſchon um eine gewiſſe freie Fallhöhe (Geſchwindigkeitshöhe)

$$\mathfrak{h}' = 0{,}016 \cdot V^2 \text{ Rheinl. Fußen}$$

gefallen war, ehe ſeine Theilchen von dem ſtets in der Höhe gh = St Fußen erhaltenen Waſſerſpiegel auch noch nach einander fort von h aus um die mittlere Fallhöhe hm = H Fußen herunterſanken und durch gc hindurchfloßen.

D.) Man hat demnach die mittlere freie Fallhöhe, welche dem bei gc ausfließenden Waſſer zukommt, als eine Größe

$$H' = H + \mathfrak{h}' = St - \tfrac{1}{2} \mathfrak{b} + \mathfrak{h}'$$

Rheinl. Fußen zu denken und die mittlere Horizontalgeſchwindigkeit, mit welcher das Waſſer aus dem ^{z}B in das Radgerinn gb... durch gc hindurch eintritt, iſt nicht bloß jene $\mathfrak{C}$ (in vor. Nr. C.), ſondern ſie iſt eine etwas größere

$$\mathfrak{C}' = 7{,}9 \cdot \sqrt{[St - \tfrac{1}{2} \mathfrak{b} + \mathfrak{h}']}$$

z. B. Für St = 20 Werkzollen = 1,6666 Rheinl. Fußen, $\mathfrak{h}$ = 8 Werkzollen = 0,6666 Fußen und V = 4, alſo $\mathfrak{h}'$ = 0,016 V^2 = 0,016 . 4^2 = 0,016 . 16 = 0,256 Fußen iſt die obgenannte Einflußgeſchwindigkeit

$$\mathfrak{C}' = 7{,}9 \cdot \sqrt{[1{,}6666 - 0{,}3333 + 0{,}256]}$$
$$= 7{,}9 \cdot \sqrt{[1{,}3333 + 0{,}256]}$$
$$= 7{,}9 \cdot \sqrt{[1{,}5893]} = 7{,}9 \cdot 1{,}26 = 9{,}954$$

Rheinl. Fußen.

E.) Man überlege nun weiter Folgendes: Es ſinkt ſogleich das Waſſer hinter der Falle, weil es durch gc hindurchfließt, abwärts wird aber bei gehöriger Regulirung der Falle des Nebengerinnes (§. 29.) ſeine verminderte Höhe immer wieder durch neues in dem zB herbeifließendes Waſſer erſetzt, und ſomit die Höhe ga erhalten (vor. Nr. A). Das vor der Stellfallenöffnung gc lothrecht abwärts ſinkende Waſſer verſtopft dem unter dem Druckwaſſer in dem zB vorwärts zu gehen beſtrebten Triebwaſſer die Ausflußöffnung gc und hemmt den Vorwärtsgang dieſes zur Höhe gc gehörenden Triebwaſſers. Dadurch wird die ſeinem freien Falle zugehörende Geſchwindigkeit = V Fußen (ſein Bewegungsbeſtreben B —) nicht geſchwächt; es preßt dieſes Waſſer gegen das Verſtopfungswaſſer, welches von oben herunter kommt, und treibt dieſes noch mehr an, durch gc hindurchzugehen, es entſteht ſo ein hydrauliſcher Seitendruck gegen das Verſtopfungswaſſer, welcher von dem mit der Geſchwindigkeit V gegen die gc hin vorwärts zu gehen beſtrebten Triebwaſſer herkommt. — Es iſt demnach hier gerade diejenige Geſchwindigkeit V und die ihr zugehörende freie Fallhöhe $\mathfrak{h}'$ in Rechnung zu bringen, die Statt haben würde, falls das zu der Oeffnung gc gehörende Triebwaſſer ganz frei aus dieſer gc ausfließen könnte; denn, es ſey nochmals geſagt, die Hemmung der V wird auf hydrauliſchen Seitendruck des Triebwaſſers gegen das vor der gc befind-

liche Verſtopfungswaſſer verwendet. Deswegen fließt das Waſſer durch gc hindurch keineswegs bloß mit einer ſolchen Geſchwindigkeit C in das Radgerinn gb... ein, welcher nur die mittlere freie Fallhöhe $St - \frac{1}{2}h$ zugehört, ſondern es fließt ein mit einer C', welcher eine Fallhöhe $St - \frac{1}{2}h + h'$ zugehört (vor. Nr. D). — Aus dem Bisherigen geht Folgendes hervor:

„Man ſoll die in dem ᶻB Statt habende mitt„lere Horizontalgeſchwindigkeit V des Waſſers „für die Tiefe = gc durch einen WGM meſſen, „und die zu dieſer V gehörende Fallhöhe $h' =$ „$0{,}016\ V^2$ Rhnl. Fußen zu der $St - \frac{1}{2}h$ addiren."

Iſt das Bett ᶻB noch unregulirt vorhanden, ſo erhält man V und h' etwas kleiner, als wenn das ᶻB ſchon regulirt vorhanden iſt, und man kann alſo, wenn man die V und h' bei einer neuen Anlage in einem noch unregulirten ᶻB für den Platz, wo die Stellfalle cf angebracht werden ſoll, aufſucht, verſichert ſeyn, „daß für „das regulirte ᶻB die V und h' noch etwas größer „ſeyn werde, und daß man alſo für die Praxis ſicher „genug rechne, wenn man die aus dem unregulirten „ᶻB abgenommene V und h' als gültig annehme für ein „regulirtes ᶻ."

4.) Das aus dem ᶻB in das Radgerinn gb... einfließende Waſſer fällt während ſeines Laufes von g bis b auch noch um das mittlere Waſſergefäll

$${}^{m w}G = {}^{w}G - \tfrac{1}{2} Bx \quad (\text{§. 23, Nr. 4.})$$

und es iſt demnach die ganze mittlere und freie Fallhöhe, welche derjenigen mittleren Horizontalgeſchwindigkeit C, mit welcher das Gerinnwaſſer aus dem bei b angenommenen lothrechten Q ausfließt, zugehört, eine Größe

$$H^m = H' + ({}^{w}G - \tfrac{1}{2} Bx), \text{ oder (nach Nr. 3, D. und §. 22, Nr. 3.)}$$

$$= St - \tfrac{1}{2}h + h' + {}^{w}G - \tfrac{1}{2}({}^{w}G - {}^{b}G)$$

$$= St - \tfrac{1}{2}h + h' + \tfrac{1}{2} \cdot {}^{w}G + \tfrac{1}{2} \cdot {}^{b}G;$$

man hat ſomit die vorgenannte in dem Q des Gerinnes gb... Statt habende Ausflußgeſchwindigkeit

$$C = 7{,}9 \cdot \sqrt{H^m} = 7{,}9 \cdot \sqrt{[St - \tfrac{1}{2} h + h' + \tfrac{1}{2} ({}^wG + {}^bG)]}$$ Rheinl. Fußen, worin $h' = 0{,}016 \cdot V^2$ iſt, zu ſetzen.

Regel: „Man beſtimme ſich in Rheinl. Fußen den „Waſſerſtand gh = St Fußen, die Höhe gc = h der „Stellfallenöffnung, die mittlere freie Fallhöhe h' „= 0,016 . V² und die Größen ^wG und ^bG, und rechne „nach voriger Gleichung, ſo erhält man die C in Rheinl. „Fußen." — Der St iſt gerichtlich vorgeſchrieben und es iſt für dieſen ein Eichpfahl geſetzt; die Größe h ſetzt man ſich feſt; die Größe $h' = 0{,}016\ V^2$ ſucht man ſich vermittelſt eines Waſſergeſchwindigkeitsmeſſers, und bei dieſer fängt alſo ſchon eine Beiläufigkeit der Beſtimmung ihres wahren Werthes an; die Größe $Bx = {}^o\mathfrak{T} - {}^u\mathfrak{T}$ §. 22, oder beſſer $= {}^wG - {}^bG$ iſt ebenfalls nur beiläufig richtig.

5.) Beiſpiel: Man habe einen Waſſerſtand gh (Fig. 3.) oder St = 20 Werkzollen = 1,6666 Rhnl. Fußen, und wolle, daß die Höhe gc der Stellfallenöffnung h = 8 Zollen = 0,6666 Fußen ſey; man habe die Einfluß-Geſchwindigkeit V kurz vor der Stelle g, wo die Stellfalle hinkommen ſoll, durch das Inſtrument WGM gemeſſen, und dieſe V = 4 Fußen gefunden, wofür alſo die Geſchwindigkeitshöhe $h' = 0{,}016\ V^2 = 0{,}016 \cdot 4^2 = 0{,}016 \cdot 16 = 0{,}256$ Fußen iſt; ferner habe man das Waſſergefäll ^wG nach §. 22. gemeſſen und = 4,18 Fußen gefunden, und auch das Waſſerbettgefäll ^bG geſucht, z. E. nach §. 24, und habe dafür, z. E. nach der dortigen Nr. 8, den Werth 3,5 Fußen erhalten; für die hier angegebenen Werthe iſt nun die vorgenannte

$$C = 7{,}9\sqrt{[1{,}6666 - 0{,}3333 + 0{,}256 + \tfrac{1}{2}(4{,}18 + 3{,}5)]}$$
$$= 7{,}9\sqrt{[1{,}3333 + 0{,}256 + 3{,}84]} = 7{,}9\sqrt{5{,}4293}$$
$$= 7{,}9 \cdot 2{,}33 = 18{,}40$$ Rheinl. Fußen.

§. 32.

Was von den in §. 30 und 31 angegebenen Berechnungsweiſen der C zu halten ſey.

1.) Ueber die in §. 30. für unaufgeſtautes Waſſer angegebene Berechnungsweiſe der C.

In dieſer muß man nothwendig die in §. 30, Nr. 3. genannte Größe V wiſſen; dieſe Größe aber kann bloß durch einen Waſſergeſchwindigkeitsmeſſer zur Erkenntniß gebracht werden. Weil man aber ein ſolches Inſtrument zu dem Ausmitteln der V nothwendig hat, ſo würde man albern zu Werke gehen, wenn man V durch daſſelbe deswegen aufſuchte, um ſodann aus der dadurch gefundenen V die C bei b durch Rechnung ausfindig zu machen; denn man kann, wenn man ein ſolches Inſtrument hat, durch dieſes ſogleich die C, mit welcher das Waſſer durch den bei b angenommenen lothrechten Querſchnitt Q hindurch fließt, meſſen, und braucht ſich da um die V, welche in dem bei a angenommenen lothrechten Querſchnitt Q′ Statt findet, rückſichtlich der C gar nicht zu bekümmern (wohl aber muß man V in Rückſicht der Waſſereinflußmenge ᵉM ſuchen).

2.) Ueber die im §. 31. für aufgeſtautes Waſſer angegebene Berechnungsweiſe der C.

Wenn ein Waſſerrad erſt angelegt und durch aufgeſtautes Waſſer betrieben werden ſoll, ſo kann man die C nicht geradezu bei b durch einen Waſſergeſchwindigkeitsmeſſer ausfindig machen, ſondern man muß durch ein ſol-

ches Inſtrument die V bei a meſſen, und muß dann weiter nach der in §. 31, Nr. 4. gegebenen Regel verfahren; es iſt demnach die dort angegebene Ausmittelungsweiſe der C für den hier angenommenen Fall keineswegs überflüßig. Ferner iſt ſie jenen Berechnungsweiſen der C ſolcher Hydrauliker vorzuziehen, welche auf die Größe $h' = 0{,}016\ V^2$, Rheinl. Fußen gar keine Rückſicht nehmen, weil ſie meinen, man dürfe das Zuflußbett ^{z}B als ein ringsherum verſchloſſenes Gefäß, in welchem das Waſſer von oben herein mit einer Geſchwindigkeit V, die faſt $= 0$ ſey, einfließe, betrachten, und noch dazu ſtatt des mittleren Waſſergefälles $^{mw}G = {}^{w}G - \frac{1}{2}\,Bx$ (§. 23, Nr. 4.) das Bettbodengefäll $^{b}G = {}^{w}G - Bx$ in Rechnung bringen.

§. 33.

Vergleichung der beiden in §. 30. und 31. berechneten Werthe von C.

1.) Für unaufgeſtautes Waſſer wurde in §. 30, Nr. 5. erhalten:

$$C = 7{,}9 \cdot \sqrt{[0{,}016 \cdot V^2 + {}^{w}G - \tfrac{1}{2}\,Bx]}$$

2.) Für aufgeſtautes Waſſer ergab ſich in §. 31, Nr. 4. eine

$$C = 7{,}9 \cdot \sqrt{[St - \tfrac{1}{2}\,h + 0{,}016 \cdot V^2 + {}^{w}G - \tfrac{1}{2}\,Bx]}$$

3.) Die Vergleichung dieſer beiden Ausdrücke zeigt, daß bei einerlei ^{w}G und V die C des aufgeſtauten Waſſers weit größer ſey, als die C des unaufgeſtauten Waſſers.

Bemerkung. Es laſſen ſich hier mancherlei Bemerkungen machen, auf die wir uns, aus Mangel an Raum, nicht einlaſſen dürfen. — In §. 30, Nr. 7. war $C = 16{,}116$ und in §. 31, Nr. 5. war $C = 18{,}40$ Fußen gefunden worden.

VI.

Von der Waſſermenge ${}^{e}M$, die in einer Zeitſekunde aus einem Zuflußbette ${}^{z}B$ in ein Rad- oder Abſchuß-Gerinn ${}^{a}G$ (§. 25. und 26.) einfließt, und der Waſſermenge ${}^{a}M$, welche in einer Sekunde aus einem unteren lothrechten Querſchnitte Q, den man in der Stelle b des ${}^{a}G$, wo man ſich das Gerinn auf eine gewiſſe Strecke bn (Fig. 2, 3, 4.) horizontal gerichtet denkt, angenommen hat, ausfließt.

§. 34.

Theoretiſche Einflußmenge ${}^{e}M$.

Wenn von den Waſſertheilchen, welche aus dem Zuflußbette ${}^{z}B$ durch die Oeffnung gc (Fig. 3. und 4.) der nicht ganz aufgezogenen Stellfalle hindurch in das Abflußgerinn ${}^{a}G$ einfließen, einem jeden eine mittlere horizontale Geſchwindigkeit

$$C' = 7{,}9 \cdot \sqrt{[St - \tfrac{1}{2} h + h']} \text{ Fußen}$$

(§. 31, Nr. 2, D.), alſo ein Bewegungsbeſtreben B, in einer Sekunde von der gc an einen Horizontalweg = C' Rhnl. Fußen zu durchlaufen, zukommt, ſo müßte, nach bloßen theoretiſchen Anſichten, in jeder Zeitſekunde die durch eine Oeffnung gc einer nicht ganz aufgezogenen Stellfalle cf aus einem ${}^{z}B$ in ein Radgerinn ${}^{a}G$ einfließende theoretiſche Waſſermenge

$${}^{e}M = C' . \mathfrak{O} \text{ oder } \mathfrak{O} . C' \text{ Cubikfußen}$$

ſeyn, worin $\mathfrak{O}$ den Quadratinhalt der vorgenannten Oeffnung bedeutet.

§. 35.

Praktiſche Einflußmenge ^{e}M für eine nicht gänzlich aufgezogene Stellfalle.

1.) Die Erfahrung aber zeigt, daß die wirkliche Einflußmenge ^{e}M, die man in der Praxis anzunehmen habe, nur ein Theil von jener theoretiſch beſtimmten $^{e}\mathfrak{M}$ ſey, daß man zu dem Beſtimmen der ^{e}M die $^{e}\mathfrak{M}$ mit einem gewiſſen ächten Bruche zu multipliciren habe, den wir durch φ bezeichnen, daß alſo die

$^{e}M = \varphi \cdot {}^{e}\mathfrak{M} = \varphi \cdot \mathfrak{C}' \cdot \mathfrak{Q}$ Cubikfußen ſey.

2.) Man hat durch vielerlei Verſuche gefunden, „daß „das durch die Stellfallenöffnung hindurchfließende Waſſer „eine Zuſammenziehung leide, ſo, daß am Ende der „Oeffnung der Querſchnitt des Waſſers nicht $= \mathfrak{Q}$, ſon„dern $\mathfrak{Q}' = \varphi \cdot \mathfrak{Q}$ Quadratfußen zu ſetzen ſey. Daher „iſt der Bruch φ Zuſammenziehungs-Coëfficient „genannt worden.“

3.) Dieſer Bruch φ iſt eine für verſchiedene Fälle verſchiedene Größe, und beſonders bei großen Ausflußöffnungen ſchwierig zu beſtimmen. Man hat hier, wenn man mit den deswegen angeſtellten Unterſuchungen bekannt werden will, die vorhin angegebene Schrift von Eytelwein von Seite 85 an bis Seite 131 durchzuſtudiren. Jener Theorie und Praxis folgend finden wir nach unſerer Rechnung, daß man zu ſetzen habe:

A.) bei einem ^{z}B ohne Flügelwände $\varphi = 0{,}622$;

B.) bei einem ^{z}B mit Flügelwänden $\varphi = 0{,}855$.

4.) Hiernach iſt alſo der Quadratinhalt $\mathfrak{Q}'$ des aufgeſtauten Waſſers, welches durch eine nicht ganz aufgezogene Stellfallenöffnung gc aus einem ^{z}B in ein ^{a}G einläuft, eine durch Zuſammenziehung des

Waſſers in der eben genannten Oeffnung verminderte Größe, und es iſt, beiläufig genau,

A.) wenn keine Flügelwände da ſind,

$$\mathfrak{O}' = 0{,}622 \,.\, \mathfrak{O} = 0{,}622 \,.\, \mathfrak{b} \,.\, \mathfrak{h}$$

Quadratfußen, worin b die horizontale Weite und h die lothrechte Höhe bc der Stellfallen-Oeffnung (in Rhnl. Fußen gemeſſen) bedeutet; hingegen aber iſt,

B.) wenn Flügelwände da ſind,

$$\mathfrak{O}' = 0{'}855 \,.\, \mathfrak{O} = 0{,}855 \,.\, \mathfrak{b} \,.\, \mathfrak{h}$$

Quadratfußen.

5.) Folglich iſt hier beiläufig die praktiſche Einflußmenge ^{e}M entweder

A.) $= \varphi \,.\, \mathfrak{O} \,.\, \mathfrak{C}' = 0{,}622 \,.\, \mathfrak{b} \,.\, \mathfrak{h} \,.\, \mathfrak{C}'$, oder

B.) $= \varphi \,.\, \mathfrak{O} \,.\, \mathfrak{C}' = 0{,}855 \,.\, \mathfrak{b} \,.\, \mathfrak{h} \,.\, \mathfrak{C}'$

Cubikfußen Waſſer.

6.) Beiſpiel für den Fall B. Man ſetze, man habe für aufgeſtautes Waſſer nach §. 31, Nr. 3, D. die Einflußgeſchwindigkeit $\mathfrak{C}' = 9{,}954$ Rheinl. Fußen gefunden, die Gerinnbreite b ſolle = 6 Fußen + 1 Werkzoll = 6,0833.. Fußen und die Höhe h der Stellfallenöffnung ſolle = 8 Werkzollen = 0,666... Fußen ſeyn; dafür iſt bei Flügelwänden die Einflußmenge

$$^{e}M = 0{,}855 \,.\, 6{,}083 \ldots .\, 0{,}666 \,.\, 9{,}954$$
$$= 5{,}200 \,.\, 0{,}666 \,.\, 9{,}954 = 34{,}27 \text{ Cubikfußen.}$$

§. 36.

Praktiſche Einflußmenge für eine gänzlich aufgezogene Stellfalle.

1.) Wir nehmen an, die Stellfalle ſey in die zwei zum Oeffnen und Verſchließen derſelben erforderlichen Seitenſäulen, der ſogenannten Griesſäulen, ſo eingelegt, „daß, wenn die Falle aufgezogen iſt, das Waſſer an den „Innenſeiten der Säulen, die mit den Backen des

„möglichſt bündig liegen ſollen, einen kaum merklichen „Widerſtand durch die Säulen in ſeinem Vorbeiſtreichen „an dieſer leide." Für dieſe Annahme iſt von keiner Zuſammenziehung des aus dem ${}^{z}B$ in ein ${}^{a}G$ einflieſsenden Waſſers zu reden, es iſt da $\varphi = 1$ und die Einflußmenge

$$ {}^{e}M = {}^{e}\mathfrak{M} = \mathfrak{Q} \cdot \mathfrak{C}' = \mathrm{b} \cdot \mathfrak{h} \cdot \mathfrak{C}' $$

Rheinl. Cubikfußen Waſſer, worin aber die $\mathfrak{C}'$ die Geſchwindigkeit V des durch gc in das Abſchußgerinn gb einfließenden Waſſers bedeutet.

2.) Beiſpiel: Es ſey b = 6,083 Fußen (§. 35, Nr. 6.) und $\mathfrak{h}$ = 0,666 Fußen (daſelbſt), $\mathfrak{C}'$ ferner ſey = V = 4 Fußen; dafür iſt die

$$ {}^{e}M = 6{,}083 \cdot 0{,}666 \cdot 4 = 4{,}05 \cdot 4 = 16{,}20 $$

Cubikfußen. (Man vergleiche dieſes Reſultat mit dem in Nr. 6. des vorigen Paragraphens erhaltenen.)

§. 37.

Praktiſche Ausflußmenge ${}^{a}M$.

1.) Mehr Waſſer, als oben durch die Stellfallen-Oeffnung gc (Fig. 3. und 4.) aus dem Bette ${}^{z}B$ in das an dieſes ſich anſchließende Gerinn gb . . . oder ${}^{a}G$ in einer Sekunde einfließt, kann in derſelben Zeit aus dem ${}^{a}G$ unten bei b nicht ausfließen.

2.) Weniger Waſſer aber, als die ${}^{e}M$ enthält, kann unten bei b in einer Sekunde ſelbſt auch in dem Falle nicht ausfließen, wenn, was hier angenommen wird, ein Waſſerrad in das Gerinn gb eingehängt iſt, deſſen Schaufeln dem durch das abfällig liegende Gerinn beſchleunigt herunter zu ſtrömen beſtrebten Triebwaſſer entgegen wirken und deſſen Gang verzögern. Denn die Theile des Triebwaſſers ſtauen ſich an den in

ihm vorhandenen und von ihm vorwärts getriebenen Radſchaufeln auf, und preſſen ſo lange immer ſtärker gegen dieſe, bis ſie dem Triebwaſſer endlich mit einer Geſchwindigkeit c ausweichen, bei welcher die in jeder Sekunde in das Gerinn gb einkommende Waſſermenge unten bei b und hinter b ausfließen muß, und alſo keine Verminderung der Geſchwindigkeit $\mathfrak{C}'$ des durch die Stellfallenöffnung gc kommenden Waſſers (§. 31, Nr. 2, C.) mit einer daraus folgenden Verminderung der ^{e}M Statt haben kann.

3.) Nach Nr. 1. und 2. hat man alſo die Gleichungen

$$^{a}M = {}^{e}M = \varphi \,.\, \mathfrak{O} \,.\, \mathfrak{C}' = \varphi \,.\, b \,.\, \mathfrak{h} \,.\, \mathfrak{C}'$$

Cubikfußen Waſſer, worin φ entweder ein ächter Bruch (§. 35.) oder = 1 iſt (§. 36).

VII.

Unſere Art des Beſtimmens des Zuſammenziehungs-Coëfficienten φ.

§. 38.

Vorderſätze.

1.) Bei einer nicht gänzlich aufgezogenen Stellfalle cf (Fig. 3. und 4.) findet eine Zuſammenziehung des Waſſers Statt, welches aus dem ^{z}B durch die Stellfallenöffnung gc in das Gerinn ^{a}G einfließt, und es iſt nach §. 35, Nr. 1. und §. 31, Nr. 2. die in jeder Sekunde aus dem ^{z}B in das ^{a}G kommende praktiſche Einflußmenge $^{e}M = \varphi \,.\, {}^{e}\mathfrak{M} = \varphi \,.\, \mathfrak{O} \,.\, \mathfrak{C}' = \varphi \,.\, \mathfrak{O} \,.\, 7{,}9 \,.\, \sqrt{[St - \tfrac{1}{2}\mathfrak{h} + 0{,}016 \,.\, V^2]}$ Cubikfußen.

Darin iſt die Geſchwindigkeit = V Fußen, welche dem in ^{z}B an der Oeffnung gc ankommenden Waſſer zukömmt, eine Größe, die allemal durch das Inſtrument WGM für die Mitte der Höhe $\mathfrak{h}$, der Oeffnung gc,

die man ſich beſtimmt hat, zureichend genau für die Praxis gemeſſen werden kann, wenn man die Stellfalle gänzlich aufzieht, und das Waſſer ungehindert durch die Falle laufen läßt, alſo auch gemeſſen werden kann, wenn noch gar keine Stellfalle da und ſelbſt auch noch gar kein regulirtes zB vorhanden iſt. — Der Quadratinhalt Ω der Stellfallenöffnung iſt bei der ſich vorgegebenen Höhe gc = h und Breite = b Rhnl. Fußen dieſer Oeffnung, eine gegebene Größe Ω = b . h Quadratfußen, und St iſt vorgeſchrieben. — Folglich iſt in dem vorigen Ausdrucke

$$^{e}M = \varphi . \Omega . \mathfrak{C}' = \varphi . b . h . \mathfrak{C}'$$

Cubikfußen nur noch der Bruch φ zu beſtimmen.

2.) Die in dem bei b angenommenen lothrechten Querſchnitte Q Statt habende Ausflußmenge des Waſſers iſt eine Größe

$$^{a}M = C . Q = C . b . h^{*}$$

Cubikfußen. Darin iſt nach §. 31, Nr. 4. die Horizontal-Geſchwindigkeit, mit welcher das Waſſer aus dem bei b horizontal gerichteten Gerinne gb... ausfließt, eine Größe $C = 7{,}9 . \sqrt{[St - \frac{1}{2}h + 0{,}016 . V + {}^{w}G - \frac{1}{2}({}^{w}G - {}^{b}G)]}$, worin alle Größen als bekannt zu beachten ſind; ferner iſt auch die Breite b bekannt und h^{*} iſt die Höhe oder Tiefe des bei b ausfließenden Waſſers, die man leicht, wenn das Waſſer frei im Gerinne gb... abläuft, durch ein lothrecht in b eingeſetztes Stäbchen meſſen kann, und die kleiner als die h ſeyn muß, weil ſich das aus gc kommende zuſammengezogene Waſſer bald wieder im Gerinne gb... ausbreitet und auch deſſen $\mathfrak{C}'$ zu C anwächſt.

3.) Nach §. 37, Nr. 3. hat man

$$^{a}M = {}^{e}M, \text{ alſo iſt}$$

$$C . b . h^{*} = \varphi . \mathfrak{C}' . b . h \text{ und auch}$$

$$C . h^{*} = \varphi . h . \mathfrak{C}'.$$

§. 39 a.

Ableitung der Größe φ.

Aus der vorigen Gleichung, in welcher alle Größen nach den bisher vorgetragenen Annahmen, Meſſungen und Berechnungen, die Größe φ ausgenommen, bekannt ſind, folgt der ächte unbenannte Bruch

$$\frac{C \cdot \mathfrak{h}^*}{\mathfrak{C}' \cdot \mathfrak{h}} = \varphi.$$

§. 39 b.

Bemerkung.

Durch das von §. 38. an Beigebrachte iſt Folgendes offenbar:

1.) Was die Größe $\mathfrak{C}'$ betrifft.

Zu dem Beſtimmen derſelben hat man nur die Größe V zu meſſen nöthig, denn St und $\mathfrak{h}$ ſind vorgegebene Größen (§. 38, Nr. 1.)

2.) Was die Größe C anbelangt.

Zu dem Beſtimmen derſelben gehört außer dem Meſſen der V nur noch das Meſſen des ^{b}G und ^{w}G, welches in §. 19. und §. 22. deutlich beſchrieben iſt.

3.) Was die Größe $\mathfrak{h}^*$ anbelangt.

Dieſe muß in der Stelle b des angelegten Gerinnes gemeſſen werden.

4.) Ueberſicht.

Man hat alſo zu dem Beſtimmen der Größe φ

A.) anzunehmen: die zwei Größen St und $\mathfrak{h}$, und

B.) zu meſſen: die vier Größen V, ^{b}G, ^{w}G, $\mathfrak{h}^*$.

VIII.

Von dem ſogenannten Stoße oder hydrauliſchem Drucke des fließenden Waſſers gegen eine ihm entgegengeſtellte Tafel — hier nur für unterſchlächtige Waſſerräder in Betrachtung genommen.

§. 40.

Waſſerſtoß oder hydrauliſcher Druck.

1.) Man denke ſich irgend ein fließendes Waſſer und in dieſem eine Stelle b, worin ihm eine gemeſſene wirkliche oder durch Berechnung abgeleitete mittlere Horizontalgeſchwindigkeit zukommt, mit welcher es, falls die Schwerkraft aufhörte, für Beſchleunigung der Waſſertheilchen wirkſam zu ſeyn, und keine Bewegungs-Hinderniſſe dieſer Theilchen Statt hätten, in jeder Sekunde, im Mittel genommen, einen Horizontalweg = C Fußen durchlaufen würde. In der Stelle b denke man ſich dem fließenden Waſſer eine ebene Tafel T entgegengeſetzt, ſo, daß dieſe von b an dem Laufe des Waſſers mit einer gewiſſen Kraft = P Cubikfußen Waſſer entgegen wirkt und dieſen Lauf verzögert. Das durch die T in ſeinem Gange verzögerte Waſſer muß in jedem Augenblicke gegen die T eine gewiſſe Wirkung ausüben, welche in einem bloß durch das Waſſer verurſachten Antriebe der Tafel zum Vorwärtsgehen derſelben beſteht.

2.) Dieſe Wirkung nennt man Stoß des Waſſers gegen die T oder Waſſerſtoß, und auch, weil die T die Wirkung des fließenden Waſſers auf ſie nicht bloß im Augenblicke des Anprellens des Waſſers an ſie, ſondern ſo lange fort, als die T dem Waſſer entgegen gehalten iſt, leidet, hydrauliſchen Druck.

§. 41.

Arten des hydrauliſchen Druckes oder des Waſſerſtoßes.

1.) Das gegen die T ſtrömende Waſſer beſteht:

A.) entweder aus einem Waſſerſtrahle, welcher aus einer horizontal gerichteten Seitenöffnung eines ſtets fort gleichvoll erhaltenen Waſſergefäßes ausſtrömt, und ringsherum von der freien Luft umgeben iſt, in welchem Falle der Waſſerſtoß der eines iſolirten Waſſerſtrahles genannt wird;

B.) oder das Waſſer ſtrömt auf dem Boden eines Waſſerbettes gegen die T, in welchem Falle der Stoß desſelben der eines Bettwaſſers zu nennen iſt. (Dieſer iſt es, den wir im Folgenden für die unterſchlächtigen Waſſerräder in Betrachtung zu nehmen haben.)

2.) Das Bettwaſſer fließt gegen die T

A.) entweder in einem künſtlichen Bette, einem Gerinne, und zwar ſo, daß die T faſt alles Waſſer auffängt, daß alſo nur wenig Waſſer zwiſchen den Seitenwänden und dem Boden des Gerinnes und den Kanten der T hindurchfließt, in welchem Falle man den Waſſerſtoß den des begränzten Bett- oder Gerinnwaſſers nennt;

B.) oder es fließt das Waſſer in einem natürlichen Waſſerbette gegen die T, und zwar ſo, daß dieſe rings um ſich herum viel Waſſer neben ihren Kanten ohne Widerſtand vorbeifließen läßt, daß ihr Flächenraum immer nur einen kleinen Theil des Waſſerquerſchnittes, worin ſie ſich befindet, ausmacht; in dieſem Falle nennt man den Waſſerſtoß den des unbegränzten Bettwaſſers.

3.) Die Stoßtafel T ſteht dem Axenfaden der an ihr anliegenden und ſie vorwärts preſſenden Waſſermaſſe entgegen:

A.) entweder rings um den vorgenannten Faden herum winkelrecht, in welchem Falle man den Stoß den geraden oder durchaus winkelrechten oder normalen nennt;

B.) oder es ſteht die T dem vorgenannten Faden zwar rechts und links, aber nicht von oben und unten winkelrecht entgegen, in welchem Falle der Stoß ein ſchiefer heißt.

4.) Wir handeln in der Folge immer nur von demjenigen normalen Stoße eines Gerinn- oder Bettwaſſers, welcher zu der mittleren Horizontalgeſchwindigkeit C gehört, die in einem von der Stelle b an horizontal gelenkten Bette oder Gerinne wirklich Statt hat, oder aus der Geſchwindigkeit C* des in einem ſchief abwärts liegenden Waſſerbette laufenden Waſſers durch einen Waſſergeſchwindigkeits-Meſſer aufgefunden worden iſt (man leſe §. 13. nach), und nehmen allemal die T als lothrecht und ganz in das Waſſer eingetaucht an; denn nur für dieſe Vorausſetzungen brauchen wir den Waſſerſtoß für unterſchlächtige Waſſerräder zu ſuchen.

§. 42.

Berechnung

des horizontalen Normalſtoßes P eines begränzten Waſſers, von welchem nichts durch Zwiſchenräume zwiſchen den Rändern der Stoßtafel und dem Waſſergerinne verloren geht.

„Es ſey die mittlere Horizontalgeſchwindigkeit des „Waſſers, die in dem lothrechten Querſchnitte Q der Stelle „b eines Waſſergerinnes Statt haben würde, falls da dem

„Waſſer keine in daſſelbe eingetauchte Tafel T entgegen=
„geſtellt wäre, nach den in §. 30. bis §. 34. angegebe=
„nen Lehren durch Meſſungen oder Berechnungen
„ausgemittelt und = C Fußen gefunden worden; in der
„Stelle b werde dem Waſſer eine T, welche zum Auf=
„fangen alles Gerinnwaſſers hoch genug iſt, lothrecht ent=
„gegengeſtellt, ſo, daß dieſe mit einer Geſchwindigkeit = c
„Fußen, welche kleiner iſt, als die C, parallel mit ih=
„rer erſteren Einſtellungslage vorwärts gehen kann, und
„es ſey hier einſtweilen angenommen,

„die T könne ohne alle Reibung an dem Boden und
„den Seitenwänden des Gerinnes vorwärts gehen,
„ohne daß Zwiſchenräume zwiſchen ihren Rändern und
„der inneren Gerinnfläche Statt haben, daß mithin
„alles Gerinnwaſſer auf Stoß oder Druck gegen
„die T verwendet werde;

„man ſoll in Gewichten G (z. E. Pfunden) den Nor=
„malſtoß P, welchen die T von b an leiden muß, be=
„ſtimmen."

1.) Dieſer Stoß oder Druck des Waſſers gegen die T iſt offenbar gerade ſo groß, als die Zurückwir=kungskraft P′, mit welcher die lothrechte T horizontal rückwärts in das hinter ihr anliegende Triebwaſſer ein=wirkt, und verurſacht, daß ein Theil = C′ von ſeiner vor=genannten in dem Q bei b erlangten größten Geſchwin=digkeit = C Fußen verloren geht, daß folglich das Waſſer hinter dem Q nur noch mit der Tafelgeſchwindigkeit = c = C − C′ Fußen vorwärts fließt. Wir berechnen alſo dieſe Zurückwirkungskraft P′, die wir durch N Gewichte G bezeichnen, wodurch wir den der Kraft P′ = N . G glei=chen horizontalen Normalſtoß P in Gewichten G erhalten.

2.) Die Kraft P′ = N . G iſt von der Waſſerge=ſchwindigkeit C abhängig, und muß deſto größer ſeyn, je größer die C iſt; ſie iſt ferner abhängig von

der Tafelgeſchwindigkeit c und muß deſto größer ſeyn, je kleiner die c iſt; ſie muß ferner auch abhängig ſeyn von dem Waſſerausflußmengen-Gewichte $= {}^{a}\mathfrak{N} . \mathfrak{G}$, worin ${}^{a}\mathfrak{N}$ eine Zahl von Gewichten $\mathfrak{G}$ des Waſſers bedeutet, welches in einer Sekunde durch Q hindurch fließen würde, wenn die $\mathfrak{T}$ nicht da wäre, und es muß offenbar die $P' = N . \mathfrak{G}$ deſto größer ſeyn, je größer die Zahl ${}^{a}\mathfrak{N}$ und alſo das Gewicht ${}^{a}\mathfrak{N} . \mathfrak{G}$ iſt, worauf die $\mathfrak{T}$ rückwärts horizontal einwirkt. Wovon die P' noch weiter abhängig ſey, das wiſſen wir hier noch nicht.

3.) Die in dem bei b vorgeſtellten lothrechten Q eingeſetzte $\mathfrak{T}$ wirkt ſogleich in einem gewiſſen Zeittheilchen t, in welchem ihr Eingetauchtwerden in das Waſſer erfolgt und vollendet wird, in eine hinter ihr anliegende Waſſerſchicht $\mathfrak{S}^1$ ein, und ſtimmt deren C, mit welcher ſie ohne das Daſeyn der $\mathfrak{T}$ vorwärts gehen würde, zu der Geſchwindigkeit c, mit welcher man die $\mathfrak{T}$ von Q an vorwärts rücken läßt, herunter. Dieſe Waſſerſchicht $\mathfrak{S}^1$, die ſich wegen ihrer verringerten Geſchwindigkeit an der $\mathfrak{T}$ aufwärts ſtauen muß, hat ein gewiſſes in Gewichten $\mathfrak{G}$ zu denkendes Gewicht, welches wir auch durch $\mathfrak{S}^1$ bezeichnen, und dieſes $\mathfrak{S}^1$ muß ein gewiſſer nter Theil des ganzen Waſſergewichtes ${}^{a}\mathfrak{N} . \mathfrak{G}$ ſeyn, welches in einer Sekunde durch den Q hindurch fließen würde, falls die $\mathfrak{T}$ nicht da wäre; man hat alſo

$$\mathfrak{S}^1 = \frac{1}{n} . {}^{a}\mathfrak{N} . \mathfrak{G}.$$

Die von C bis zu c herunter verzögerte Waſſerſchicht $\mathfrak{S}^1 = \frac{1}{n} . {}^{a}\mathfrak{N} . \mathfrak{G}$ wirkt nun rückwärts auf eine ihr zunächſt anliegende Waſſerſchicht $\mathfrak{S}^2$ und verzögert deren Vorwärtsgang; ferner wirkt dieſe verzögerte $\mathfrak{S}^2$ auf eine ihr zunächſt anliegende Waſſerſchicht $\mathfrak{S}^3$ und verzögert deren Gang; u. ſ. f. — Weil zu dem ganzen Waſſerausflußmengen-Gewichte ${}^{a}\mathfrak{N} . \mathfrak{G}$ (durch wel-

ches wir das Gewicht $\mathfrak{S}^1 = \frac{1}{n} \cdot {}^a\mathfrak{M} \cdot \mathfrak{G}$ der erſten hinter der $\mathfrak{T}$ bei Q durch die P′ der $\mathfrak{T}$ verzögerten Waſſerſchicht ausgedrückt haben und ausdrücken mußten, um die Kraft P′ als eine von dem ${}^a\mathfrak{M} \cdot \mathfrak{G}$ abhängige Größe, was ſie wirklich nach Nr. 2. iſt, darzuſtellen) eine **Ausflußzeit** T gehören ſoll, die = 1 Sekunde ſeyn würde, falls die $\mathfrak{T}$ nicht da wäre, ſo muß zu dem nten Theile $\mathfrak{S}^1$ des ${}^a\mathfrak{M} \cdot \mathfrak{G}$, welche bei Q ausfließen würde, wenn die $\mathfrak{T}$ nicht da wäre, eine Zeit $t = \frac{1}{n}$ Sekunde gehören. Dieſen Sekundentheil t aber können wir uns nach Belieben groß und klein, alſo auch als diejenige Zeit t denken, in welcher die C der Schichte $\mathfrak{S}^1$ durch die $\mathfrak{T}$ verzögert und zu einer c heruntergeſtimmt wird, und können uns ferner nach derſelben Eintheilungszahl n auch von dem Gewichte ${}^a\mathfrak{M} \cdot \mathfrak{G}$ den Theil $\mathfrak{S}^1 = \frac{1}{n} \cdot {}^a\mathfrak{M} \cdot \mathfrak{G}$ genommen denken. Es iſt alſo im Folgenden die zu $\mathfrak{S}^1$ oder $\frac{1}{n} \cdot {}^a\mathfrak{M} \cdot \mathfrak{G}$ gehörende Verzögerungszeit $t = \frac{1}{n}$. Sekunde. — Die eben genannte Zeit t brauchen wir nicht anders zu beſtimmen, als ſo, „daß ſie gerade ſo viel von der ganzen Ausflußſe„kunde betrage, als die $\mathfrak{S}^1$ von der ganzen Ausfluß„menge ${}^a\mathfrak{M} \cdot \mathfrak{G}$, die ohne das Daſeyn der $\mathfrak{T}$ Statt ha„ben würde, ausmacht.“

4.) Zu dem Herunterſtimmen der C der Schicht $\mathfrak{S}^1$, deren Gewicht wir auch durch $\mathfrak{S}^1$ bezeichnet haben, und welches $= \frac{1}{n} \cdot {}^a\mathfrak{M} \cdot \mathfrak{G}$ iſt (Nr. 3.), gehört eine gewiſſe Zurückwirkungskraft $P' = N \cdot \mathfrak{G}$ (Nr. 1.) der Stoßtafel $\mathfrak{T}$, die ſich unter die Zahl $\frac{1}{n} \cdot {}^a\mathfrak{M}$ der Gewichtstheile $\mathfrak{G}$ des $\mathfrak{S}^1$ gleichmäßig vertheilt, ſo, daß der Gewichtstheil f von der ganzen Kraft P′ oder $N \cdot \mathfrak{G}$, welcher auf einen Theil $\mathfrak{G}$ des Waſſer-Schichtengewichtes $\mathfrak{S}^1 = \frac{1}{n} \cdot {}^a\mathfrak{M} \cdot \mathfrak{G}$ kommt, nach der Proportion

$$\frac{1}{n} \cdot a\mathfrak{M} \cdot \mathfrak{G} : 1 \cdot \mathfrak{G} = P' : f$$

zu berechnen iſt, welche Proportion die Theilkraft

$$f = \frac{1 \cdot \mathfrak{G}}{\frac{1}{n} \cdot a\mathfrak{M} \cdot \mathfrak{G}} \cdot P' \text{ oder } \frac{1}{\frac{1}{n} \cdot a\mathfrak{M}} \cdot P'$$

in ſolchen Gewichten $\mathfrak{G}$ giebt, worauf ſich die ganze Kraft $P' = N \cdot \mathfrak{G}$ bezieht.

5.) Wüßte man die f, ſo könnte man aus der Gleichung

$$f = \frac{1}{\frac{1}{n} \cdot a\mathfrak{M}} \cdot P'$$

die Kraft $P' = N \cdot \mathfrak{G}$ ableiten. In dieſer Gleichung iſt aber die f unbekannt und auch die Zahl n der Schichten, worin wir uns in Nr. 3. die dort genannte und als bekannt angenommene Sekunden-Waſſerausflußmenge $a\mathfrak{M} \cdot \mathfrak{G}$ eingetheilt gedacht haben, iſt eine unbeſtimmte Zahl; wir haben alſo nun noch weiter zu rechnen. Zwei verſchieden große Theile oder Elementarkräfte f und f', die beide in einerlei Gewicht $\mathfrak{G}$ ausgedrückt gedacht werden, und in gleich großen Zeiten t (z. E. in $\frac{1}{n}$ Sekunde) in gleichmäſſige und mithin auch gleich ſchwere Theile von Maſſen, von welchen jede $\frac{1}{n}$ $a\mathfrak{M}$ Gewichten $\mathfrak{G}$ iſt, ſtetig und ungehindert einwirken, müſſen ſich nothwendig gerade ſo geometriſch zu einander verhalten, wie die verſchieden großen Geſchwindigkeiten C' und C'', die ſie in den gleich großen Zeittheilen $t = t$ in den gleichmaſſigen und gleichgewichtigen Maſſetheilen hervorbringen. Man hat demnach die Proportion:

$$f \text{ Gew. } \mathfrak{G} : f' \text{ Gew. } \mathfrak{G} = C' \text{ Fuße} : C'' \text{ Fußen.}$$

6.) Unter den mannigfachen frei und ſtetig für Bewegung gleich großer Maſſetheile, die wir nach ihren Gewichten $\mathfrak{G}$ durch $\mathfrak{G}$ bezeichnen, als wirkſam denkbarer Theile oder Elementarkräften f, f''

f'', ꝛc. haben wir eine Kraft f', nämlich unſere Schwerkraft, die lothrecht abwärts wirkt, die wir nach dem Gewichte G eines Maſſentheiles G, in den ſie einwirkt, ſchätzen und mit einer jeden andern auf einerlei Maſſetheil G ſich beziehenden Theilkraft f, ſey die Richtung des Wirkens derſelben, welche ſie wolle, vergleichen und dadurch zur Beſtimmung der f gebrauchen können, weil wir durch Verſuche wiſſen, daß ſie in jeder Sekundenzeit t in einem Maſſetheile G eine lothrechte Geſchwindigkeit (ein lothrechtes Bewegungsbeſtreben $C'' = 2g \cdot t = 2 \cdot 15,625 \cdot t = 31,250 \cdot t$ Rhnl. Fußen hervorzubringen vermag, mit welcher Geſchwindigkeit $2gt$ auch in jeder folgenden Sekunde der Maſſetheil G, und zwar blos zufolge ſeiner Trägheit und gleichförmig weiter fort lothrecht abwärts gehen müßte, falls die Schwerkraft am Ende der Zeit t aufhörte, für die Bewegung des G wirkſam zu ſeyn. Dieſe Schwerkraft f', deren Wirkung $C'' = 2gt$ Fußen bekannt iſt, nehmen wir als Maaßſtab zur Ausmeſſung aller übrigen auf gleiche G bezogenen Kräfte f an, und ſetzen ſie = 1, welche Einheit einen ſolchen Krafttheil, ein ſolches Gewicht G, bedeutet, worin wir uns die ganze Kraft P', die in eine Maſſe M zur Bewegung derſelben einwirkt und ſich unter die Gewichte G ihrer Theile vertheilt und auch die F und die M ausgedrückt denken. Wir ſchreiben hiernach ſtatt der vorigen Proportion

f Gew. G : f Gew. G = C' Fuße : C'' Fußen

dieſe:

$$f \cdot G : 1 \cdot G = C' : 2gt,$$

worin C' bei uns horizontale und $2gt$ ſtets lothrechte Fuße bedeutet.

Weil ſich die vorige Proportion (nach Nr. 5) auf gleiche Zeiten, in welchen die beiden Elementarkräfte f . G und 1 . G in gleiche Maſſetheile G einwirken, bezieht, wir aber für die Zeit t, in welcher die f in ei-

nem Theil G der $S' = \frac{1}{n}$ ${}^a\mathfrak{M}$ G ſtetig fort einwirkt und in dieſem eine horizontale Verzögerungsgeſchwindigkeit C′ herabringt, $\frac{1}{n} \cdot 1$ Sekunde (Nr. 3) geſetzt haben, ſo müßen wir auch für die Zeit t, in welches, wenn die Schwerkraft = 1 in einen Maſſetheil = G frei und ſtetig einwirkt und in dieſen eine lothrechte C″ = 2gt Fußen erzeugt, die Zeit $t = \frac{1}{n}$ 1 Sekunde ſetzen und müßen demnach die vorige Proportion ausdrücken, wie hier folgt:

$$f \,.\, G : 1 \,.\, G = C' \text{ Fuße} : 2g \,.\, \frac{1}{n} \text{ Fußen},$$

woraus $f = \dfrac{C'}{\frac{1}{n} \cdot 2g}$. Gewichten G folgt.

7.) Setzen wir in dieſer Gleichung den in vor. Nr. 4 für f erhaltenen und auf Gewichte G ſich beziehenden Zahlenwerth $\dfrac{P'}{\frac{1}{n} \cdot {}^a\mathfrak{M}}$ ſo haben wir die Gleichung f = f oder

$$\frac{P'}{\frac{1}{n} \cdot {}^a\mathfrak{M}} = \frac{C'}{\frac{1}{n} \cdot 2g} \text{ Gewichten G'},$$

$$\text{woraus } P' = \frac{C' \cdot \frac{1}{n}\, {}^a\mathfrak{M}}{\frac{1}{n} \cdot 2g} = \frac{C'}{2g} \cdot {}^a\mathfrak{M}$$

Gewichten G folgt. Die Fußzahlen C′ und 2g geben den unbenannten Bruch $\frac{C'}{2g}$, und ferner iſt ${}^a\mathfrak{M}$ nach Nr. 2. eine Zahl von Waſſergewichten G, die in einer Sekunde durch Q hindurchfließen würden, wenn die T nicht da wäre; die Zahl $\frac{C'}{2g} \cdot {}^a\mathfrak{M}$ iſt alſo eine Zahl von Gewichten G, wie die Kraft P′ eine Zahl = N . G von ſolchen Gewichten iſt; die vorige Gleichung iſt alſo eigentlich dieſe:

$$N \,.\, G = \frac{C'}{2g} \cdot {}^a\mathfrak{M} \,.\, G.$$

8.) Am Ende der bisherigen Rechnung iſt die unbeſtimmte Zahl n, die wir in Nr. 3. für die Eintheilung der Waſſermaſſe ^{a}M. G und der Ausflußſekunde dieſer Maſſe angenommen haben, aus dem für P′ gefundenen Ausdrucke herausgefallen, woraus erſichtlich iſt, „daß auf die Größe der Eintheilungszahl n gar nichts „ankomme.“ Wir haben uns in unſerem Aufſuchen des Werthes der Kraft P′ der Zahl n bedienen müſſen, und können nun fragen, „warum denn doch am Ende unſerer „Rechnung die Zahl n als eine ſolche, die für die Werthsbeſtimmung der Kraft P′ gleichgültig ſey, aus der Rechnung hinausfalle.“ Man wiederhole erſt zur Beantwortung dieſer Frage das in Nr. 3. Beigebrachte, und beachte Folgendes: Die Zeit t, in welcher durch die Stoßtafel T die Herunterſtimmung der Geſchwindigkeit C, mit welcher der Theil S^{1} der ganzen Sekundenausflußmenge ^{a}M. G ohne das Daſeyn der T durch Q hindurch ausfließen müßte, zu der c der T erfolgt, iſt ein gewiſſer unbeſtimmbarer Sekundentheil = $\frac{1}{n}$ Sek. deswegen, weil ja die Zeit T der ganzen Ausflußmenge ^{a}M. G nur eine Sekunde ſeyn ſoll; was aber die t für ein nter Theil von einer Sekunde iſt, ein eben ſolcher nter Theil muß auch die Waſſerſchicht S^{1}, welche von der T in der Zeit t = $\frac{1}{n}$ Sekunde in ihrem Ausfluße durch Q hindurch zurückgehalten wird, von der ganzen ohne das Daſeyn der T Statt habenden Sekunden-Ausflußmenge ^{a}M. G, die wir uns in eine beliebige Zahl n von gleichen Gewichtstheilen eingetheilt denken können, ſeyn. Und daher kommt es, daß am Ende der Berechnung der Kraft P′ die Zahl n und der Bruch $\frac{1}{n}$ bei der Quotienten-Stellung, in welche die Größen $\frac{1}{n}$. ^{a}M . C′ Fuße und $\frac{1}{n}$. 2g Fußen in der Rechnung erſcheinen, aus der Rechnung herausfällt.

9.) Wir haben nun in der Gleichung N. G oder

$$P' = \frac{C'}{2g} \cdot {}^{a}\mathfrak{M}$$

Gewichten G die Zahl $^{a}\mathfrak{M}$ der Gewichte G, welche dem zu einer Sekunde gehörenden Waſſerausflußmengen=Gewichte $^{a}\mathfrak{M}$ G bei Q zugehört (Nr. 2.), zu beſtimmen. — Die praktiſche Ausflußmenge bei Q läßt ſich nach §. 37. in Cubikfußen Waſſer berechnen; ſie iſt eine

Zahl = ^{a}M Cubikfußen Waſſer.

Will man nun dieſe ^{a}M in Rheinl. oder Berliner Pfunden G haben, was hier wegen der in unſerer Rechnung enthaltenen auf Rheinl. Längenfuße ſich beziehenden Größe g = 15,625 erforderlich iſt, ſo muß man die Cubikfußzahl ^{a}M mit 65,936 multipliciren (denn nach §. 73. in Eytelweins Handbuch der Statik feſter Körper wiegt ein Rheinl. oder Berl. Cubikfuß reines Waſſer 65,936.. Berl. Pfunde.) Weil aber das Flußwaſſer nie ganz rein iſt, und alſo ſchwerer iſt, als ganz reines Waſſer, ſo ſetzen wir für die Praxis ſtatt der obigen Zahl 65,936 die Zahl 66 Berliner Pfunden. Es iſt demnach in ſolchen Gewichten G die bei Q Statt habende Ausflußmenge

$^{a}\mathfrak{M} \cdot G = {}^{a}M \cdot 66$ oder $66 \cdot {}^{a}M$ Berl. Pfunden,

folglich die in Nr. 2. geſetzte Zahl

$^{a}\mathfrak{M} \cdot G = {}^{a}M \cdot 66$ Berl. Pfunden,

worin ^{a}M eine unbenannte Zahl bedeuten ſoll.

10.) Dieſe Zahl $^{a}\mathfrak{M} \cdot G = {}^{a}M \cdot 66$ giebt, wenn man ſie in die Gleichung N. G oder

$$P' = \frac{C'}{2g} \cdot {}^{a}\mathfrak{M}$$

ſetzt, die Gleichung N. G oder

$$P' = \frac{C'}{2g} \cdot {}^{a}M \cdot 66$$

Berl. Pfunden.

11.) Nach der in Nr. 1. angegebenen Gleichung

$$c = C - C'$$

Fußen iſt der Geſchwindigkeitstheil C′, um welchen die mittlere horizontale Geſchwindigkeit C, mit welcher das Waſſer aus dem lothrechten Querſchnitte Q ausfließen würde, falls die Stoßtafel T in Q nicht mit einer c, die nur ein Theil von C iſt, vorwärts ginge, und ſomit rückwärts mit einer Kraft P′ in das Waſſer einwirke, verringert wird, eine Größe

$$C' = (C - c) \text{ Fußen.}$$

Setzen wir dieſen Werth von C′ in die vorige für P′ erhaltene Gleichung, ſo haben wir

$$P' = \frac{C - c}{2g} \cdot {}^{a}M \cdot 66 \text{ Berl. Pfunden.}$$

Darin iſt die Größe C nach den in §. 30 bis 34 gegebenen Lehren entweder für unaufgeſtautes oder für aufgeſtautes Stellfallenwaſſer zu beſtimmen, und c iſt ein gewiſſer Theil von C (z. E. $\frac{1}{2}$ C).

12.) Erwägen wir, daß nach §. 37. die Zahl ${}^{a}M$ der aus dem bei b angenommenen Q in einer Sekunde ausfließenden Cubikfußen Waſſer der Zahl ${}^{e}M$ der durch die Stellfallenöffnung in einer Sekunde in das Abſchußgerinn gb... einſchießenden Cubikfußen Waſſer gleich ſeyn muß, ſo ergiebt ſich, daß wir ſtatt der obigen Gleichung auch

$$P' = \frac{C - c}{2g} \cdot {}^{e}M \cdot 66 \text{ Berl. Pfunden}$$

ſetzen können.

13.) Nach §. 35. iſt aber die Cubikfußzahl ${}^{e}M = \varphi \cdot \mathfrak{C}' \cdot \mathfrak{b} \cdot \mathfrak{h}$, weswegen

$$P' = \frac{C - c}{2g} \cdot \varphi \cdot \mathfrak{C}' \cdot \mathfrak{b} \cdot \mathfrak{h} \text{ Berl. Pfunden iſt.}$$

Darin iſt für unaufgeſtautes Waſſer $\mathfrak{C}' = V$ Längenfußen und $\varphi = 1$ (§. 36.), und für aufgeſtautes Waſſer

iſt $\mathfrak{C}' = 7{,}9 \sqrt{[\mathrm{St} - \frac{1}{2}\mathfrak{h} + \mathfrak{h}']}$ Fußen und φ iſt ein ächter Bruch (§. 31, Nr. 3, D. und §. 35.)

14.) So groß, wie P' (§. 12.), iſt nun, nach Nr. 1, auch der horizontale Normalſtoß P des Triebwaſſers gegen die bei b in den Querſchnitt Q deſſelben lothrecht eingekommene T, die nur mit einem Theile c der mittleren horizontalen Geſchwindigkeit C, mit welcher das Waſſer aus Q auszufließen beſtrebt iſt, vorwärts geht, und daher den Gang des Triebwaſſers aufhält. — Man hat alſo nun

$$P = \frac{C - c}{2g} \cdot eM \cdot 66 \text{ Berl. Pfunden,}$$

und zwar für die Annahme, daß alles Einflußwaſſer zum Stoße gegen die T von dieſer T aufgefangen werde, was aber wegen der zwiſchen den Waſſerrändern der T und dem Waſſergerinne erforderlichen Zwiſchenräume nicht ſeyn kann.

§. 43.

Fortſetzung

der Berechnung des in §. 42. genannten Waſſerſtoßes P für den Fall, daß ein gewiſſer Theil des Triebwaſſers durch Zwiſchenräume, die zwiſchen der Stoßtafel T und dem Waſſergerinne erforderlich ſind, damit die T ohne Reibungshinderniſſe vorwärts bewegt werden könne, für den Stoß gegen die T verloren gehe.

1.) Die Breite des Abſchußgerinnes gb... des Waſſers ſey, von der Stellfallenöffnung gc an abwärts bis etwas hinter b gerechnet, durchaus gleich und = b Fußen; die Höhe oder Tiefe, in welcher das Waſſer aus dem bei b angenommenen lothrechten Q ausfließen würde, falls ihm da kein T entgegen wirkte, ſey = $\mathfrak{h}^*$ Fußen. Für dieſe Abmeſſungen b und $\mathfrak{h}^*$ wäre der

Quadratinhalt Q^* des bei b frei ausfließenden Waſſers $= b \cdot \mathfrak{h}^*$ Quadratfußen. Wenn hierbei die mittlere horizontale Ausflußgeſchwindigkeit des Waſſers ohne das Daſeyn der Stoßtafel $= C$ Fußen wäre, ſo würde die in jeder Sekunde aus dem Q ausfließende Waſſermenge

$$^aM = C \cdot b \cdot \mathfrak{h}^* \text{ Cubikfußen ſeyn.}$$

2.) Dieſe ^aM aber muß nach §. 37. der in jeder Sekunde in das Abſchußgerinn einfließenden Waſſermenge

$$^eM = \varphi \cdot \mathfrak{C}' \cdot \mathfrak{b} \cdot \mathfrak{h}$$

Cubikfußen gleich ſeyn; man hat demnach die Gleichung:

$$C \cdot b \cdot \mathfrak{h}^* = \varphi \cdot \mathfrak{C}' \cdot \mathfrak{b} \cdot \mathfrak{h},$$

woraus $C \cdot \mathfrak{h}^* = \varphi \cdot \mathfrak{C}' \cdot \mathfrak{h}$ und die lothrechte Höhe

$$\mathfrak{h}^* = \frac{\varphi \cdot \mathfrak{C}'}{C} \cdot \mathfrak{h} \text{ Fußen,}$$

die in Q ohne das Daſeyn der $\mathfrak{T}$ Statt haben müßte, folgt. Es iſt alſo, wenn die $\mathfrak{T}$ nicht vorhanden iſt, die in Q Statt habende Tiefe oder Höhe des Ausflußwaſſers ein aliquoter Theil von der $\mathfrak{h}$, denn $\varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{C}$ iſt ein ächter Bruch.

3.) Wenn aber von Q an eine lothrechte $\mathfrak{T}$ vorhanden iſt, die nur mit einem Theile c oder C (z. E. nur mit $\frac{1}{2}$ C Fußen) horizontal vorwärts geht, ſo ſtaut ſich das Waſſer hinter der $\mathfrak{T}$ an dieſer aufwärts, weil es zwar durch ſeinen Fall in Q das Beſtreben, mit C Fußen vorwärts zu gehen, erlangt haben muß, aber doch nur mit dem Theile c von C vorwärts gehen kann; es muß demnach in dieſem Falle die Waſſerhöhe h hinter der Tafel $\mathfrak{T}$ gerade ſo vielmal größer ſeyn, als die Höhe $\mathfrak{h}^*$, wie vielmal die c kleiner iſt, als die $\mathfrak{C}'$; es muß folglich in Q die

$$h = \frac{C}{c} \cdot \mathfrak{h}^* = \frac{C}{c} \cdot \varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{C} \cdot \mathfrak{h} = \varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c} \cdot \mathfrak{h}$$

Fußen ſeyn.

4.) Dieſe h nehme man doppelt, ſo hat man die Längenſumme der beiden Zwiſchenräume, welche zwiſchen beiden Waſſerſeiten der eingetauchten T und den Seiten des Waſſergerinnes Statt haben, und wenn man jeden dieſer beiden Zwiſchenräume ½ Werkzoll = $\frac{1}{24}$ Fuß ſetzt, ſo iſt der Quadratinhalt der Summe derſelben

$$= h \cdot \tfrac{1}{24} + h \cdot \tfrac{1}{24} = \tfrac{1}{24} \cdot 2h = \tfrac{1}{24} \cdot 2\varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c} \cdot \mathfrak{h}$$

Quadratfußen. Dazu kommt nun noch der Quadratinhalt des Zwiſchenraumes, welcher zwiſchen dem Boden des Gerinnes und der untern Seite der T Statt findet. Wenn die Gerinnbreite = b Fußen und die Breite einer jeden der vorerwähnten Seitenzwiſchenräume = $\frac{1}{24}$ Fuß iſt, ſo iſt die Länge λ der unteren Seite der Tafel T eine Größe $\lambda = b - \frac{1}{24} - \frac{1}{24} = b - \frac{1}{12}$ Fuß; und wenn ferner die Höhe dieſes Zwiſchenraumes = $\frac{1}{24}$ Fuß iſt, ſo iſt deſſen Quadratinhalt = $(b - \frac{1}{12}) \cdot \frac{1}{24}$ Quadratfußen.

5.) Demnach iſt die ganze Summe des Quadratinhaltes der um die T herum befindlichen Zwiſchenräume, durch welche unbenutztes Triebwaſſer abläuft,

$$= \tfrac{1}{24} \cdot 2\varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c} \cdot \mathfrak{h} + \tfrac{1}{24}\,(b - \tfrac{1}{12})$$

$$= \tfrac{1}{24}\left[2\varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c} \cdot \mathfrak{h} + b - \tfrac{1}{12}\right]$$

Quadratfußen.

6.) Multiplicirt man dieſen Quadratinhalt der Zwiſchenräume, durch welche unbenutztes Triebwaſſer im Gerinne abfließt, mit der Geſchwindigkeit C, mit welcher das Waſſer, welches nicht durch die T in ſeinem Gange aufgehalten iſt, ſo erhält man den theoretiſchen körperlichen Inhalt der durch dieſe Räume unbenutzt abfließenden Waſſermenge, die wir als Verluſtmenge durch ${}^{v}M$ bezeichnen; es iſt dieſe

$${}^{v}M = \tfrac{1}{24}\left[2\varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c} \cdot \mathfrak{h} + b - \tfrac{1}{12}\right] \cdot C \text{ Cubikfußen,}$$

wonach, wenn ein Cubikfuß Waſſer = 66 Berl. Pfunden geſetzt wird (§. 42, Nr. 9.), in ſolchem Gewichte

$$^{v}M = \tfrac{1}{24} [2\varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c} \cdot \mathfrak{h} + \mathfrak{b} - \tfrac{1}{12}] \cdot C \cdot 66$$

Berl. Pfunden zu ſetzen iſt.

7.) Dieſe Größe ^{v}M hat man in der am Ende der Nr. 14. des §. 42. erhaltenen Stoßgleichung

$$P = \frac{C - c}{2g} \cdot {}^{e}M \cdot 66 \text{ Berl. Pfunden}$$

von der in dieſer befindlichen Gewichtsgröße $^{e}M \cdot 66$ abzuziehen, wodurch man den rückſichtlich des Verluſtes ^{v}M zu berechnenden Waſſerſtoß

$$P = \frac{C - c}{2g} [{}^{e}M \cdot 66 - {}^{v}M \cdot 66]$$

$$= \frac{C - c}{2g} \cdot ({}^{e}M - {}^{v}M)\, 66$$

$$= \frac{C - c}{2g} [{}^{e}M - \tfrac{1}{24}(2\varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c} \mathfrak{h} + \mathfrak{b} - \tfrac{1}{12}) \cdot C]\, 66$$

Berliner Pfunden erhält.

8.) Beiſpiele:

A.) Für unaufgeſtautes Waſſer.

a) Für ſolches Waſſer und ein mit Flügelwänden verſehenes Waſſerzuflußbett ^{z}B ſey die in der gänzlich aufgezogenen Stellfallenöffnung gc (Fig. 3. Statt habende und durch Meſſung gefundene mittlere Einflußgeſchwindigkeit $\mathfrak{C}' = V = 4$ Fußen;

b) für ſolches Waſſer und ein ſolches Bett habe man die in dem bei b angenommenen lothrechten Querſchnitte [welcher z. B. um eine Länge ab oder gb oder L = 10 Fußen von dem Q′ bei der Stellfalle abſtehen ſoll (§. 24, Nr. 8.)] Statt habende Ausflußgeſchwindigkeit C (nach §. 30, Nr. 7.) = 16,116 Fußen gefunden;

c) weiter habe man auch die Einflußmenge ^eM für das hier angenommene Waſſer= und Zuflußbett nach §. 36, Nr. 2. berechnet, wobei $\varphi = 1$ geſetzt ſeyn ſoll, und habe $^eM = 16{,}2$ Cubikfußen gefunden;

d) die in dieſen Rechnungen angenommene Höhe $\mathfrak{h}$ der Stellfallenöffnung gc ſey $= 8$ Werkzollen $= 0{,}666$ Fußen, und die Gerinnbreite b ſey $= 6$ Fußen $+ 1$ Werkzoll $= 6{,}083$ Fußen (§. 36, Nr. 2.);

e) die Ausweichgeſchwindigkeit c der Stoßtafel $\mathfrak{T}$ ſey $= \frac{1}{2} C = \frac{1}{2} . 16{,}116 = 8{,}058$ Fußen (Nr. b) geſetzt worden.

f) Für dieſe Werthe hat man nach der am Ende der vorigen Nr. 7. erhaltenen Gleichung

$$P = \frac{C - c}{2g} \left[{}^eM - \tfrac{1}{24} \left(2\varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c} \cdot \mathfrak{h} + b - \tfrac{1}{12}\right) C . 66 \right]$$

Folgendes:

α) Es iſt das Faktorenprodukt

$$\frac{C - c}{2g} . 66 = \frac{66}{2 . 15{,}625} . (C - c)$$

$$= \frac{33}{15{,}625} (16{,}116 - 8{,}058)$$

$$= 2{,}111 . 8{,}058 = 17{,}0 \text{ Pfunden.}$$

β) Ferner iſt der eingeklammerte auf Cubikfußen Waſſer ſich beziehende Faktor $\left[{}^eM - \frac{1}{24} \left(2\varphi . \frac{\mathfrak{C}'}{c} . \mathfrak{h} + b - \frac{1}{12}\right) . C \right]$

$$= \left[16{,}2 - \tfrac{1}{24} \left(2 . 1 . \frac{4}{8{,}058} . 0{,}666 + 6{,}083 - \tfrac{1}{12}\right) . 16{,}116 \right]$$

alſo, genau genug $= \left[16{,}2 - \frac{1}{24} (1 . 0{,}666 + 6) . 16{,}116 \right]$

$$= \left[16{,}2 - \tfrac{1}{24} . 6{,}666 . 16{,}116 \right]$$

$$= \left[16{,}2 - \tfrac{1}{24} . 107{,}429 \right]$$

$$= 16{,}2 - 4{,}48 = 11{,}72 \text{ Cubikfußen Waſſer.}$$

γ) Multiplicirt man nun dieſe Cubikzahl durch die in Nr. α erhaltene Pfundzahl 17, ſo hat man den Waſſerſtoß

$$P = \frac{C-c}{2g} \cdot 66\left[eM - \tfrac{1}{24}\left(2\varphi \cdot \frac{C'}{c} \cdot h + b - \tfrac{1}{12}\right)C\right]$$

$$= 17 \cdot 11{,}72 = 199 \text{ Berl. Pfunden.}$$

B.) Für aufgeſtautes Waſſer.

Es ſey gefunden worden:

a) für ſolches Waſſer und ein Flügelwandgerinn die in der Stellfallenöffnung Statt habende Einflußgeſchwindigkeit $C' = 9{,}954$ Fußen (§. 31, Nr. 3, D);

b) für ſolches Waſſer und ein ſolches Gerinn habe man die im lothrechten Querſchnitte Q [welcher z. B. um eine Länge ab oder gb oder L = 10 Fußen von dem Q′ bei der Stellfalle abſtehen ſoll (§. 24.)] Statt habende Ausflußgeſchwindigkeit C nach §. 31, Nr. 4. und 5. berechnet, und die C = 18,4 Rheinl. Fußen gefunden;

c) ferner habe man auch für das hier angenommene Waſſer und Zuflußbett die Einflußmenge eM nach §. 35, Nr. 6. berechnet, und die eM = 34,27 Cubikfußen gefunden;

d) die in dieſen Rechnungen ſchon angenommene Höhe h der Stellfallenöffnung gc ſey = 8 Werkzollen = 0,666 . . . Fußen (§. 35, Nr. 6.);

e) die ebenfalls ſchon angenommene Gerinnbreite b ſey = 6 Fußen + 1 Werkzoll = 6,083 Fußen (§. 35, Nr. 6.);

f) der gleichfalls ſchon angenommene Zuſammenziehungs-Coëfficient φ ſey = 0,855 (§. 35, Nr. 3 bis 6.);

g) die Ausweichgeſchwindigkeit der Stoßtafel T ſey eine angenommene Größe $c = \frac{1}{2}C$, alſo $= \frac{1}{2} \cdot 18{,}4 = 9{,}2$ Fußen (vor. Nr. b).

h) Für dieſe Werthe hat man nach der am Ende der vor. Nr. 7. angegebenen Gleichung

$$P = \frac{C - c}{2g} \left[{}^{c}M - \tfrac{1}{24}\left(2\varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c}\,\mathfrak{h} + \mathfrak{b} - \tfrac{1}{12}\right) C\right] 66$$

Folgendes:

α) Es iſt das Faktorenprodukt

$$\frac{C - c}{2g} \cdot 66 = \frac{66}{2 \cdot 15{,}625} \cdot (C - 'c)$$

$$= \frac{33}{15{,}625} \cdot (18{,}4 - 9{,}2) = 2{,}111 \cdot 9{,}2 = 19{,}421$$

Pfunden.

β) Ferner iſt der eingeklammerte auf Cubikfußen Waſſer ſich beziehende Faktor

$$\left[{}^{c}M - \tfrac{1}{24}\left(2\varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c} \cdot \mathfrak{h} + \mathfrak{b} - \tfrac{1}{12}\right) \cdot C\right]$$

$$= [34{,}27$$

$$- \tfrac{1}{24}\left(2 \cdot 0{,}855 \cdot \frac{9{,}954}{9{,}200} \cdot 0{,}666 + 6083 - \tfrac{1}{12}\right) 18{,}4]$$

$$= [34{,}27 - \tfrac{1}{24}\left(1{,}61 \cdot \frac{6{,}629}{9{,}200} + 6{,}083 - 0{,}043\right) 18{,}4]$$

$$= [34{,}27 - \tfrac{1}{24}(1{,}61 \cdot 0{,}72 + 6) \cdot 18{,}4]$$

$$= [34{,}27 - \tfrac{1}{24}(1{,}159 + 6) \cdot 18{,}4]$$

$$= [34{,}27 - \tfrac{1}{24} \cdot 7{,}159 \cdot 18{,}4]$$

$$= [34{,}27 - \tfrac{1}{24} \cdot 131{,}725]$$

$$= [34{,}27 - 5{,}5 = 28{,}77$$ Cubikfußen Waſſer.

γ) Multiplicirt man nun dieſe Cubikfußzahl durch die in Nr. α erhaltene Pfundzahl, ſo hat man den Waſſerſtoß

$$P = \frac{C - c}{2g} \cdot 66 \cdot \left[{}^{c}M - \tfrac{1}{24}\left(2\varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c}\,\mathfrak{h} + \mathfrak{b} - \tfrac{1}{12}\right) C\right]$$

$$= 19{,}421 \cdot [28{,}77] = 558$$ Berl. Pfunden.

§. 44.

Berechnung des horizontalen Normalſtoßes P und P* eines unbegränzten Waſſers.

1.) Wenn das gegen eine Stoßtafel T mit einer Geſchwindigkeit = C Fußen (die wir vorhin durch ^nC, jetzt aber zur Einfachheit der Bezeichnung nur durch C bezeichnen) anſtrömende Waſſer nicht in ein Gerinn eingeſchloſſen iſt, ſondern in einem natürlichen Waſſerbette gegen die T anſtrömt, und es iſt hierbei der Flächeninhalt des lothrechten Waſſer-Querſchnittes Q, in welchem man die T dem Waſſer entgegenſtellt, weit größer als der Flächeninhalt F der T, ſo muß der Stoß, welchen die T leidet, offenbar geringer ſeyn, als er ſeyn würde, wenn faſt alles Triebwaſſer gegen die T anſtrömte.

2.) Das muß hier hauptſächlich deswegen ſeyn, weil hier wegen der bedeutenden Entfernungen der Ufer von den lothrechten Seiten der T ſehr viele von den Waſſerfäden, welchen die T entgegen ſteht, ſchon in gewiſſen Abſtänden von der T vor dieſer durch den Widerſtand der T aus ihrer natürlichen Flußrichtung heraus und gegen die Ufer hin getrieben werden, ſo, daß dieſe Fäden theils gar nicht, theils aber nur ſchief zum Wirken gegen die T kommen. Bei dem Gerinnwaſſer kommen faſt alle Waſſerfäden zum Stoße dadurch, daß das durch die Gerinnwände zuſammengehaltene Waſſer gezwungen wird, ſich an der T aufzuſtauen.

3.) Bei dieſen Umſtänden iſt man nicht wohl im Stande, eine beiläufig ſichere theoretiſche Rechnung über die Größe des hier in Frage genommenen Waſſerſtoßes P zu liefern, und man iſt genöthigt, ſich hier an Verſuche zu wenden und zu halten.

4.) Durch vielfältige von den Hydraulikern Boſſút, d'Alembert und Condorcet angeſtellte Verſuche iſt ausfindig gemacht worden, was hier folgt:

„Der Stoß P, welchen eine winkelrecht dem un„begränzten Waſſer entgegen geſtellte ruhig gehaltene „Tafel T zu leiden hat, iſt ſehr nahe dem Gewichte „= P Cöllniſchen (oder Berliner) Pfunden einer loth„rechten Waſſerſäule gleich, deren Grundfläche die mit „Waſſer benetzte Fläche F der T, und deren Höhe eine „Größe iſt, die der mittleren Geſchwindigkeit C, mit „welcher das Waſſer winkelrecht an die T anſtrömt, als „mittlere Fall- oder Geſchwindigkeits-Höhe $\frac{C^2}{4g}$ „(§. 17.) zugehört."

5.) Der körperliche Inhalt einer ſolchen Waſſerſäule iſt eine Größe

$$K = \frac{C^2}{4g} . F = 0{,}016 . C^2 . F$$

Rheinl. Cubikfußen, und wenn man, wie bereits ſchon in §. 42, Nr. 9. geſchehen iſt, ſetzt, daß ein Cöllniſcher oder Berliner Cubikfuß Waſſer 66 Berl. Pfunde wiege, ſo iſt das Gewicht der den vorgenannten Waſſer-Stoß oder Druck meſſenden Waſſerſäule K eine Größe

$$P = K . 66 = 0{,}016 . C^2 . F . 66$$
$$= C \times C . F . 0{,}016 . 66 \text{ oder}$$
$$= C \times C . F\ 1{,}056 \text{ Berl. Pfunden.}$$

6.) Darin iſt der erſte Faktor C die mittlere horizontale Geſchwindigkeit, mit welcher das Waſſer an die T anſtrömt; der zweite Faktor C . F iſt das Produkt aus dem Quadratinhalte = F Quadratfußen der Waſſerſtoßfläche der T (die in der ganzen, aber auch nur in einem Theile der Fläche der T beſtehen kann) und aus der Waſſergeſchwindigkeit = C Fußen, alſo eine Zahl von Cubikfußen Waſſer, die in jeder Sekunde durch den von der T beſetzten lothrechten Waſ-

ſerquerſchnitt Q hindurch zu fließen beſtrebt iſt, und die T preßt, weil dieſe dem Vorwärtsfließen des Waſſers widerſtrebt; der Faktor 0,016 . 66 oder 1,056 iſt eine Zahl von Berliner Pfunden Waſſer, die mit der Waſſer-Cubikfußzahl C . F multiplicirt, die Zahl C . F . 1,056 der Berl. Pfunde Waſſer giebt, die in einer Sekunde durch den Q hindurch zu fließen beſtrebt ſind, aber durch die T zurückgehalten werden, daher gegen die T preſſen, und zwar mit einer Kraft

p, die = C mal C . F . 1,056

Berl. Pfunden iſt.

7.) Weil die Gleichung

$$p = 0{,}016 \,.\, C^2 \times F \,.\, 66$$

(vor. Nr. 5.) auch durch die

$$p = C \times C \,.\, F \,.\, 1{,}056 \text{ Berl. Pfunden}$$

ausgedrückt werden kann, ſo kann man die in Nr. 4. für die Beſtimmung des Stoßes p gegebene Regel auch ſo ausdrücken:

„Der vorhin genannte p iſt ſehr nahe einem Ge-„wichte gleich, welches ſich ergiebt, wenn man das Ge-„wicht von C . F . 1,056 Berl. Pfunden mit der Fußzahl „der mittleren horizontalen Waſſergeſchwindigkeit C mul-„tiplicirt."

8.) Weil die vorgenannten Hydrauliker ihr Reſultat nur als ſehr nahe richtig angegeben haben, ſo kann in unſerer Gleichung, ſtatt der Pfundezahl 1,056, bloß der Werth 1 Berl. Pfund geſetzt werden, wodurch man noch etwas ſicherer den Stoß

p = C . C . F . 1 Berl. Pfund erhält.

9.) Dieſer Stoß bezieht ſich auf eine lothrechte Stoßtafel T, die dem Triebwaſſer mit einer Geſchwindigkeit c = 0 ausweicht, die alſo ruhig gegen das Waſſer anſteht, und es entſteht nun die Frage nach der Größe p* des p, die Statt haben muß, „falls die T in

„einer ſtets lothrechten Stellung, aber auch ſo, daß das „Waſſer ringsherum winkelrecht an ſie anſtrömt, mit ei= „ner gewiſſen Geſchwindigkeit = c Fußen, die kleiner „iſt, als die vorgenannte Waſſergeſchwindigkeit, dem Trieb= „waſſer ausweicht.“ Zur Beantwortung dieſer Frage brin= gen wir Folgendes vor:

Der am Ende der Nr. 8. für P erhaltene Ausdruck beſteht aus dem erſten Faktor = C Geſchwindigkeits= Fußen des Waſſers, und aus dem zweiten Faktor = C . F . 1 Berl. Pfunden. — Was nun

A.) den erſten Faktor = C Geſchwindigkeitsfußen des gegen die T ſtrömenden Waſſers anbelangt, ſo iſt dieſer für eine vorausgeſetzte Tafelgeſchwindigkeit c = 0 gefunden worden; iſt aber dieſe c nicht = 0, ſtrömt alſo das Waſſer nicht mit ſeiner gan= zen C an die Tafel T an, ſondern es weicht dieſe T dem Waſſer mit einer gewiſſen c aus, ſo iſt es gerade ſo, als wenn das Waſſer nur mit einer Geſchwindigkeit = (C—c) Fußen gegen die T an= ſtrömte, und es muß alſo die T einen Waſſerſtoß P* erhalten, welcher geringer iſt, als jener P, der für c = 0, alſo bei dem ruhigen Stande der T, Statt hat. — Was aber ferner

B.) den zweiten in dem Ausdrucke für P (Nr. 8.) enthaltenen Faktor C . F . 1 Berl. Pfunden betrifft, ſo kommt zwar auch in dieſem die Waſſergeſchwin= digkeit = C Fußen vor, dieſe aber wird dadurch, daß die Tafel T nicht ruhig ſteht, ſondern mit einer c dem Triebwaſſer ausweicht, keineswegs vermindert, wie der den Trieb der T betreffende Waſſerandrangs = Faktor C nach vor. Nr. 1. durch eine c der T zu einer Größe (C—c) herunter= geſtimmt wird. Die mit einer C in jeder Se= kunde herbeifließende Waſſermaſſe = C . F . 1 Berl.

Pfunden bleibt ſtets dieſelbe, es mag die T da ſeyn, oder nicht, und es mag die T, wenn ſie da iſt, ruhig ſtehen, oder ſie mag mit einer gewiſſen C vorwärts gehen; denn das Waſſer hat ſein Bewegungsbeſtreben = C Fußen, welches durch die c der Tafel T weder vergrößert, noch verkleinert werden kann, und F iſt eine conſtante Größe. Es iſt demnach der zweite Faktor C.F.1 Berl. Fußen in dem für P erhaltenen Ausdrucke (Nr. 8.) gänzlich unabhängig von einer c der T; nur der erſte Faktor C geht in jenem Ausdrucke durch eine c der T in den Werth (C—c) über.

C.) Dem Bisherigen zufolge iſt für den Fall, daß die T mit einer c ausweicht, ſtatt des P in Nr. 8. der P* = (C—c) . C . F . 1 Berl. Pfunden zu ſetzen.

10.) Regel. „Will man den mittleren Werth „des relativen horizontalen Normalſtoßes = P* Berl. „Pfunden für einen lothrechten Querſchnitt Q eines „unbegränzten Triebwaſſers und für eine in dieſes eingetauchte Fläche = F Quadratfußen einer Stoßtafel T, die „ſtets lothrecht und gegen das Waſſer winkelrecht gehalten, dem Waſſer nur mit einer Geſchwindigkeit = c Fußen, welche kleiner, als die C Fuße „große Waſſergeſchwindigkeit iſt, ausweicht, ausfindig machen, ſo verfahre man ſo:

„„In dem angenommenen Q meſſe man vermittelſt „„eines Waſſergeſchwindigkeitsmeſſers die „„mittlere horizontale Waſſergeſchwindigkeit C des „„Waſſers (§. 15.) und zwar für den ſich vorgeſetzten Quadratinhalt F der Waſſerſtoßfläche „„der Tafel T; aus der erhaltenen C, dem angenommenen F und der dazu angenommenen c (z. E. „„= ½ C) berechne man ſodann nach dem für P* erhaltenen Ausdrucke den Werth von P*.““

11.) Beiſpiel: Es ſey $C = 5$ Fußen gefunden, und die $c = 2$ Fußen geſetzt worden; ferner ſey für die T die Länge $l = 8$ und die Breite $b = 1\frac{1}{4}$ Fuß angenommen, und geſetzt, daß die Tafel um eine Höhe $h = 1$ Fuß in das Waſſer eingetaucht gehalten werden, daß alſo $F = b \,.\, h = 8 \,.\, 1 = 8$ Quadratfußen ſeyn ſolle; für dieſe Werthe iſt

$$P^* = (5-2) \,.\, 5 \,.\, 8 = 3 \,.\, 40 = 120$$

Cubikfußen Waſſer $= 120 \,.\, 66 = 7920$ Berl. Pfunden.

IX.

Angabe der Gründe,

durch welche zur Einſicht gebracht wird, daß man die in der vorigen Abtheilung VIII. erhaltenen Waſſerſtoßformeln, welche dort nur für **eine** Tafel geſucht wurden, auch noch mit zureichender Genauigkeit auf die unterſchlächtigen Waſſerräder, rückſichtlich der mehreren Stoßtafeln, wozu die Schaufeln ſolcher Räder dienen, anwenden dürfe.

§. 45.

Wir nehmen hier zuförderſt die Waſſerſtoßformel in Betrachtung, die wir in §. 42 und 43. für begränztes Waſſer oder Gerinnwaſſer gefunden haben. Dort war in Nr. 7. die Waſſerſtoßgleichung folgende:

$$P = \frac{C - c}{2g} \,.\, [cM - \tfrac{1}{24}(2\varphi \,.\, \frac{\mathfrak{C}'}{c}\mathfrak{h} + \mathfrak{b} - \tfrac{1}{12}) \,.\, C]\; 66$$

Berl. Pfunden.

§. 46.

Wenn die in dieſer Gleichung enthaltene Formel nicht auf die unterſchlächtigen im Waſſergerinne eingehängten Räder anwendbar ſeyn ſollte, ſo müßte ſich erweiſen laſſen,

erſtlich, daß dieſe, nur für eine Stoßtafel $\mathfrak{T}$ aufgeſuchte Formel Größen enthalte, welche bei den eben genannten mit mehreren Stoßtafeln verſehenen Rädern keine Anwendung finden, und daß

zweitens, der Conſtruktion dieſer Formel Annahmen zum Grunde liegen, welche bei dieſen Rädern nicht einmal näherungsweiſe mit der Lehre von einer Stoßtafel in Uebereinſtimmung zu bringen ſeyen.

Die deswegen erforderlichen Betrachtungen ſind folgende:

1.) Die Größen b, $\mathfrak{h}$, 2g und 66 Berl. Pfd. ſind ohne Weiteres von der Zahl der Stoßtafeln unabhängig und bleiben ſtets dieſelben.

2.) Die Brüche $\frac{1}{24}$ und $\frac{1}{12}$ Fuß, welche die Spielräume, die zwiſchen den Rändern einer Stoßtafel $\mathfrak{T}$ und der Innenfläche des Gerinnes Statt haben ſollen, betreffen, können auch bei den Schaufeln eines in ein Gerinn eingehängten unterſchlächtigen Waſſerrades Statt haben, und wir ſind daher zu ſetzen berechtigt, daß dieſe Brüche auch für das von uns zu betrachtende Rad angenommen ſeyn ſollen.

3.) Die Einflußgeſchwindigkeit $\mathfrak{C}'$ des Waſſers, welches aus dem Zuflußbette ^{z}B durch die Stellfallenöffnung gc (Fig. 3 und 4.) in das Abſchußgerinn ^{a}G oder gb einfließt, iſt

A.) für unaufgeſtautes Waſſer (nach §. 28 bis 30, Nr. 3, §. 32 und 36.) die nahe hinter dem projectirten Stellfallenorte gc... durch das Inſtrument WGM gemeſſene mittlere horizontale und normale Geſchwindigkeit = V Fußen; hingegen iſt ſie

B.) für aufgeſtautes Waſſer (nach §. 31, Nr. 3, D.) eine Größe

$$\mathfrak{C}' = 7{,}9\sqrt{[St - \tfrac{1}{2}\mathfrak{h} + \mathfrak{h}']}\ \text{Fußen.}$$

Dieſe Größe C′ (oder V —) kann, was wir in der Deduction der Formel für P anzunehmen berechtigt waren, durch die dem Waſſer im Querſchnitte Q bei b entgegengeſetzte eine T nicht vermindert werden, weil dieſe T ziemlich weit von der Stellfallenöffnung abſteht, und ſich das Waſſer an ihr aufwärts ſtauen kann, und zwar um ſo viel mehr, je kleiner die Ausweichgeſchwindigkeit c der T gegen diejenige Waſſergeſchwindigkeit C iſt, die in dem Q, zufolge des Waſſergefälles, Statt haben muß. Sollte die C′ (oder V — —) durch den Widerſtand der T vermindert werden können, ſo müßte dem Waſſer die Aufſtauung deſſelben hinter der T, die von dem Ueberſchuſſe der C über die c herrührt, auf irgend eine Weiſe verwahrt werden. — Wenn man aber ſtatt der einen T dem Einflußwaſſer die mit einer Geſchwindigkeit = c Fußen ausweichenden Schaufeln eines in das Abſchußgerinn eingehängten unterſchlächtigen Rades entgegenſetzt, ſo ſteht die oberſte von dieſen Schaufeln, die wir durch °S bezeichnen, der Stellfallenöffnung weit näher, als jene eine untere in dem Q bei b eingeſetzte Stoßtafel T, und es entſteht deswegen die Frage:

„Ob nicht doch in dem hier angenommenen Falle die „°S, ohnerachtet das Waſſer ſich auch an ihr aufwärts „ſtaut und ſich ſomit Platz ſucht, deswegen, weil ſie der „Stellfallenöffnung weit näher ſteht, als jene eine in „dem Q angebrachte T, die C′ (oder V — — —) vermindern können?“

Aus Erfahrungen, zu welchen man durch Verſuche mit Waſſerſtrahlen gelangt, die man aus einer Flußöffnung O gegen eine ihnen entgegengeſtellte und noch dazu ganz ruhig gehaltene Stoßtafel T* ſtrömen ließ, weiß man gewiß, „daß die aus der Ausflußöffnung O in einer „Sekunde herausſtrömende Waſſermenge °M nicht vermindert wird, wenn die Entfernung der Stoßtafel T* we-

„nigſtens nur einigemal größer iſt, als der Durch-
„meſſer der Ausflußöffnung O, daß mithin auch die Aus-
„flußgeſchwindigkeit C′ bei der eben angegebenen Bedin-
„gung dieſelbe bleibe.“ (Siehe Langsdorfs Grund-
lehren der mechaniſchen Wiſſenſchaften, Seite 302.)

Bei einem unterſchlächtigen Waſſerrade aber ſteht, was man leicht aus verſuchten Zeichnungen abnehmen kann, die oberſte Schaufel oS, nachdem ſie ganz in das Waſſer eingeſtochen iſt, und deſſen Stoß aufnimmt, gewiß **weiter** von der Stellfallenöffnung ab, als die Höhe h dieſer Oeffnung, die wir hier als Durchmeſſer derſelben zu ſetzen berechtigt ſind — — (Vertheilung der Breite! —) groß iſt; folglich dürfen wir ſetzen, was hier folgt:

„Die Einflußgeſchwindigkeit C′ (oder V — —) wird
„durch die oberſte Schaufel oS eines in ein Abſchußge-
„rinn eingehängten unterſchlächtigen Waſſerrades eben ſo
„wenig vermindert, wie durch jene eine in dem Q
„bei b dem Waſſer entgegengeſtellte Stoßtafel T.“

Es iſt demnach die C′ (oder V — —) in der vorigen Formel für P eine Größe, die auch noch für ein in das Gerinn eingehängtes Waſſerrad denſelben Werth haben muß, welcher ihr für die T zugehört.

4.) Weil dieſes iſt, ſo muß auch die in der Formel für P vorkommende Einflußmenge = cM Cubikfußen Waſſer, welche von der C′ und den Größen b, h und φ abhängig iſt (§. 35.), bei dem in das Abſchußgerinn eingehängten unterſchlächtigen Waſſerrade eben die ſeyn, welche bei der einen in Q eingeſetzten T Statt hat.

5.) Was ferner die in der Formel für P enthaltene horizontale und mittlere Geſchwindigkeit = C Fußen betrifft, mit welcher das Waſſer in dem bei b angenommenen Querſchnitte Q ausfließen müßte, wenn in dieſem keine T auf die vorhin angegebene Weiſe in das Waſſer

eingeſetzt wäre, und dem Vorwärtsfließen desſelben in gewiſſem Grade entgegenwirkte, ſo kann durch die Schaufeln eines in das Abſchußgerinn angehängten Waſſerrades dieſe C keine Verminderung leiden, wie aus Folgendem offenbar iſt: Das Waſſer, welches aus der Stellfallenöffnung gc mit einer Geſchwindigkeit C′ (oder V———) in das Abſchußgerinn aG oder gb einfließt, fällt in ſeinem Gange von gc bis zu dem in b angenommenen Q herunter, ohne Weiteres um das Waſſerbettgefäll bG (§. 19 ꝛc.), „es mag in dem Abſchußgerinne „aG oder gb nur eine Stoßtafel T, oder es mögen „darin mehrere Schaufeln eines unterſchlächtigen Waſ„ſerrades mit einer Ausweichgeſchwindigkeit = c „Fußen vorwärts gehen.“ Wie die eine in dem Q eingeſetzte Stoßtafel T mit ihrer c vorwärts geht, ſo weichen auch alle in das Abſchußgerinn aG oder gb eingeſetzten Schaufeln des unterſchlächtigen Waſſerrades, dem man die Geſchwindigkeit c (durch die Maſchinenberechnung———) geſtattet hat, mit der Geſchwindigkeit = c Fußen dem an ſie anſtrömenden Waſſer aus.

„Daß alſo auch die Größe C in der für P geſuchten „Formel rückſichtlich der ſtatt der einen in dem Q des „Triebwaſſers eingeſetzten Stoßtafel T durch die meh„reren Schaufeln des in das Gerinn eingehängten Waſ„ſerrades nicht vermindert werden könne, das wird wohl „aus dem bisher Beigebrachten auf Anrechnung des ge„nauen Denkens über die Sache offenbar ſeyn.“

6.) Nun aber kommen wir zu der Vergleichung der Ausweichgeſchwindigkeit = c Fußen der in unſerer Ableitung in dem Q angenommenen einen Stoßtafel T mit der Circulargeſchwindigkeit = c Fußen einer ſolchen von den mehreren Schaufeln eines in das Gerinn eingehängten unterſchlächtigen Waſſerrades, welche in einem Augenblicke τ der Umdrehung des Rades in den loth-

rechten bei b angenommenen Waſſerquerſchnitt Q eingetreten, und zu einer *unterſten* lothrechten Radſchaufel, die wir durch ^{u}S bezeichnen, geworden iſt. — Unſere Betrachtungen über dieſe c und deren Folgen für P ſind folgende:

A.) In unſerer Ableitung der Formel für P ſetzen wir, „daß die in Q lothrecht und gegen das Triebwaſſer ringsherum winkelrecht eingeſetzte T horizontal und in ſich ſelbſt parallelen Stellungen mit einer c vorwärts bewegt werden ſolle.“

B.) Bei einem Waſſerrade aber rückt eine jede von den Schaufeln deſſelben, wenn ſie im Gange des Rades in einem Zeittheilchen T in den lothrechten Q eingetreten, und dadurch zu einer ^{u}S geworden iſt, keineswegs von dem T und dem Q an in ſtets lothrechter Stellung horizontal vorwärts, ſondern es bewegt ſich jede ^{u}S wegen der Umdrehung des Rades, an dem ſie feſt ſitzt, einerſeits *vor-* und andererſeits *aufwärts*.

C.) *Wäre allemal*, nachdem eine zu einer ^{u}S gewordene Radſchaufel nur um ein Geringes *vor-* und *aufwärts* gegangen iſt, ſogleich wieder eine *zweite* ^{u}S in dem Q eintretbar, ſo könnte man ſogleich *ohne wichtige Zweifel* ſetzen, „daß auch *rückſichtlich der Schaufeln eines in ein Waſſergerinn eingehängten Waſſerrades* der für die *eine* mit einer c in lothrechter Stellung horizontal vorwärts gehende Stoßtafel T vorhin aufgeſuchte Waſſerſtoß P als *zureichend* gültig anzunehmen ſey.“ — Weil aber kein Waſſerrad in ſolchem Grade *eng* beſchaufelt werden kann, daß bei der Umdrehung des Rades *allemal* ſogleich wieder eine Schaufel ^{v}S zu einer ^{u}S wird, nachdem die zunächſt vor ihr liegende ^{u}S aus ihrer Lage nur erſt um ein Geringes fortgegangen iſt, ſo ſind wir nicht geradehin zu der Annahme berechtigt, „daß unſere für P erhaltene und auf

„die eine T ſich beziehende Formel ohne alle noch wei-„teren Nachweiſungen auch für die unterſchlächtigen Waſ-„ſerräder zureichend gültig ſey," ſondern wir haben dieſe Annahme nun endlich auch noch rückſichtlich der c zu rechtfertigen, wozu Folgendes dient:

a) Wenn eine Radſchaufel zu einer ^uS geworden iſt, ſo iſt zunächſt neben ihr eine Schaufel ^vS, die ihr in der Radumdrehung nachfolgt, und in einer kurzen Zeit Z in die von der ^uS verlaſſene lothrechte Stellung eintritt.

b) Innerhalb dieſer Zeit aber, in welcher die ^vS erſt zu einer ^uS wird, leiſtet die ^vS noch nicht, was die ^uS von dem Augenblicke an, in welchem ſie zu einer ^uS geworden war, leiſtete; denn in dieſer Zeit erlangt ja erſt das an der vorwärts gehenden ^vS anliegende Waſſer ſeine größte in Q Statt habende Geſchwindigkeit C.

c) Es muß demnach die Schaufel ^vS während ihres Ganges aus ihrer ſchiefen Lage in die lothrechte der ^uS, welche aus dieſer Lage fortgeht, nur als eine ſolche Stellvertreterin einer ^uS betrachtet werden, die bloß nach und nach zu einer ganzen Vertreterin wird, die nur dann erſt, wenn ſie die lothrechte Stelle Q der aus dieſer vorwärts gegangenen ^uS eingenommen hat, gerade ſo viel leiſtet, als die ^uS in dieſer Stelle leiſtete.

d) Es ſcheint deswegen der Waſſerſtoß P in dem Zeittheile, in welchem bei der Radumdrehung eine Schaufel ^vS zu einer ^uS wird, nicht ganz der zu ſeyn, welcher Statt haben würde, wenn in dem Q eine lothrechte Tafel T, die wir in unſerer Ableitung des P annahmen, eingeſetzt wäre, und dieſe mit einer c in lothrechter Stellung horizontal vorwärts rückte.

e) Dieſer Schein aber fällt hinweg, wenn man Folgendes beachtet:

α) Während des Zeittheiles Z, in welchem die Radſchaufel ᵘS aus ihrer lothrechten Lage fortgeht, und bei ihrer Circularbewegung allmählich aus dem Triebwaſſer herauskommt, wird doch auch dieſe ᵘS noch von dem Triebwaſſer vorwärts gepreßt, aber, von dem größten Werthe = P Berl. Pfunden der Preſſung, die ſie im Augenblicke ihrer lothrechten Stellung erlitt, an gerechnet, immer weniger, weil das Triebwaſſer durch ihre fortgeſetzte Erhebung über den Gerinnboden hinauf immer mehr Gelegenheit bekommt, von ihr, der ᵘS, abzufallen, und unter dem Unterrande derſelben im Gerinne ohne weitere Wirkung auf ſie fortzufließen. Der von dem Werthe = P an abnehmende Druck des Triebwaſſers gegen die ᵘS, die in ihrem circulariſchen Vorwärtsgange immer mehr und mehr in dem Waſſer aufwärts ſteigt, und endlich ganz aus dem Waſſer heraustritt, wird in dem Augenblicke, in welchem dieſer Austritt geſchieht, zu 0.

β) In derſelben Zeit Z aber, in welcher die ᵘS von ihrer lothrechten Lage an aus dem Triebwaſſer austritt, und der Waſſerdruck, den ſie leidet, von dem Werthe = P bis zu 0 abnimmt, kommt die der ᵘS zunächſt folgende Radſchaufel ᵛS aus ihrer ſchiefen Lage in die von der ᵘS verlaſſene lothrechte Stelle Q, das Bewegungsbeſtreben B* des an der ᵛS anliegenden Triebwaſſers nimmt dabei, wegen des weiteren Fallens des Waſſers, immer mehr zu, und zwar bis zu dem in b angenommenen lothrechten Querſchnitte Q, von welchem an das Gerinn, nach unſerer Annahme,

horizontal laufen ſoll, (alſo das Waſſer die mittlere horizontale Geſchwindigkeit = C Fußen haben müßte, wenn es nicht in ſeinem Gange durch die Radſchaufeln verzögert würde) und es muß nun der ganze Waſſerdruck in Q gerade ſo groß ſeyn, als wenn das Gerinnwaſſer von oben herunter durch gar keine Schaufeln unterbrochen, ſondern bloß durch eine in dem Q deſſelben lothrecht eingeſtellte Schaufel uS oder Tafel T in ſeinem Gange verzögert wäre.

γ) Weil durch die in vor. Nr. β erwähnte Zunahme des Waſſerdruckes, den die Radſchaufeln in der Zeit Z, in welcher die vS zu einer in dem Q eingetretenen uS wird, leiden, ein Waſſerdruck = P Berl. Pfunden erwächſt, in derſelben Zeit Z aber derjenige Waſſerdruck = P, welchen die andere uS im Augenblicke ihres Seyns im Q leidet, durch ihren in Nr. α dargeſtellten Aufwärtsgang zu 0 wird, ſo iſt hiermit offenbar, „daß in derſelben Zeit Z „ſtetsfort eine gewiſſe Ergänzung des ab„nehmenden Waſſerdruckes P, welcher die im Waſſer „aufwärts ſteigende uS betrifft, durch die erfol„gende Zunahme des Waſſerdruckes, welchen die „bis zu Q abwärts gehende vS leidet, Statt „haben müſſe, und daß man alſo ſchon rückſichtlich „der bisherigen Erwägungen einen nicht unbedeu„tenden Grund habe zu ſetzen, was hier folgt:

„„Die Wirkung des Triebwaſſers gegen die Schau„„feln des Rades ſey beiläufig und genau „„genug für die Praxis zu betrachten, ſo, „„als wenn ſtets fort in der Stelle Q eine „„Stoßtafel T oder Schaufel uS mit einer „„horizontalen c ankomme, da einen Waſſerdruck „„= P Berl. Pfunden leide, und ſomit den Um„„gang des Rades bewirke.““

δ) Damit aber in der Praxis ſelbſt auch noch der hier angenommenen Beiläufigkeit durch eine Sicherheits-Maaßregel, die auf der Ueberzeugung, „daß man „die den Gang des Rades bewirkende Waſſerkraft P „gewiß nicht zu klein, ſondern gar noch etwas „zu groß in Anſchlag genommen habe, begegnet „werde, ſo verfahre man ſo:

„„Man beſchaufele das Rad in dem Grade eng, „„daß jede von Q an mit ihrer Unterkante aus „„dem Waſſer aufwärts ſteigende Schaufel „„$^{u}\mathfrak{S}$ beiläufig die Hälfte der Tiefe = b „„Fußen, in welcher das Waſſer aus der Stell„„fallenöffnung in das Radgerinn einläuft, über „„das Punkt b des horizontal auslaufenden Ge„„rinnbodens lothrecht aufwärts geſtiegen ſeyn „„kann, nachdem die der $^{u}\mathfrak{S}$ folgende und ab„„wärts gehende Schaufel $^{v}\mathfrak{S}$ ſchon in den loth„„rechten Q eingetreten ſeyn muß.““

Dadurch wird bewirkt, daß, nachdem die abwärts gehende $^{v}\mathfrak{S}$ bereits ſchon in Q eingetreten iſt, und da als eine $^{u}\mathfrak{S}$ den ganzen Druck = P leidet, auch noch die in dem Waſſer aufwärts ſteigende $^{u}\mathfrak{S}$ einen gewiſſen abnehmenden Waſſerdruck D zu leiden hat, und daß mithin ganz gewiß in jedem Augenblicke, in welchem eine $^{v}\mathfrak{S}$ in Q übergeht, ein Waſſerdruck Statt haben muß, der nicht kleiner ſeyn kann, als der P groß iſt.

7.) Was alſo die einzelnen Größen anbelangt, welche in der für den P erhaltenen Stoßformel $\mathfrak{F}$, die in §. 42. und 43. für die dort beſtimmte eine Stoßtafel $\mathfrak{T}$ geſucht wurde, vorkommen, ſo kann nach den bisher angeſtellten Betrachtungen die Anwendbarkeit jener $\mathfrak{F}$ auf die unterſchlächtigen nicht frei hängenden Waſſerräder nicht als unſtatthaft erklärt werden, was aber die der Con-

ſtruction jener 𝔉 zum Grunde liegenden Annahmen betrifft, ſo iſt hier erſt noch zureichend darzulegen, daß auch rückſichtlich dieſer Annahmen der Anwendung der 𝔉 auf die eben genannten Räder nichts im Wege ſtehe.

A.) In der Conſtruktion der 𝔉 war ſolches Gerinnwaſſer angenommen, welches nur durch eine lothrechte 𝔗, und nicht, wie bei den obgenannten Rädern, durch mehrere Stoßtafeln unterbrochen iſt. — Sollten aber die bei dieſen Rädern Statt habenden mehreren Stoßtafeln oder Schaufeln, durch welche das Gerinnwaſſer auch noch hinter der unterſten lothrecht liegenden ^{u}S oder 𝔗 unterbrochen wird, eine Abänderung der 𝔉 verurſachen, ſo müßte dieſe entweder in einer Verminderung der in einer Sekunde aus der Stellfallenöffnung in das Abſchußgerinn gb einfließenden Waſſermenge ^{e}M, oder etwa in einer Verminderung der Geſchwindigkeit c, mit welcher ſich das Triebwaſſer durch das Gerinn abwärts, und endlich unten im lothrechten Q mit der ^{u}S oder 𝔗 in einem Zeittheilchen τ horizontal vorwärts bewegt, beſtehen.

a) Was nun die denkbare Verminderung der ^{e}M anbelangt, ſo iſt in vor. Nr. 3. zureichend dargethan worden, daß die ^{e}M ſelbſt auch nicht durch die oberſte der Stellfallenöffnung am nächſten liegende Radſchaufel vermindert werden könne, womit alſo ohne Weiteres offenbar iſt, daß auch die auf die ^{o}S folgenden Radſchaufeln, die ja dem Waſſer auch nur mit derſelben Cirkulargeſchwindigkeit = c Fußen, welche der ^{o}S zugelaſſen iſt, ausweichen, keine Verminderung der ^{e}M Statt haben könne, „daß alſo „rückſichtlich der ^{e}M die in unſerer nur für die eine „𝔗 vorgenommenen Conſtruktion der 𝔉 geſetzte Annahme keines nicht durch mehrere Stoßtafeln

„unterbrochenen Gerinnwaſſers auch noch für ein „durch mehrere Schaufeln eines Waſſerrades unterbrochenes Gerinnwaſſer gültig bleibe," wobei noch nachträglich zu bemerken iſt, daß durch die Aufſtauungen des Waſſers an den in dieſes eingetauchten Radſchaufeln die von den Schaufeln eingenommenen Gerinnräume des ununterbrochenen Waſſers erſetzt werden, daß alſo auch in dieſer Rückſicht alle eine Verminderung der ^{e}M betreffenden Gedanken als grundloſe zu beachten ſind.

b) Was ferner den Gedanken betrifft, „daß jene Geſchwin„digkeit c, mit welcher das Waſſer unten in Q mit „der T vorwärts gehen würde, falls dieſes nicht durch „Radſchaufeln unterbrochen wäre, doch etwa im „Falle ſeines Unterbrochenſeyns durch Radſchaufeln „eine gewiſſe Verminderung leiden möchte," ſo beſteht die Darſtellung der Grundloſigkeit deſſelben in Folgendem: Wie die unterſte Radſchaufel ^{u}S, die als eine lothrechte T dient, in einem Zeittheilchen τ mit einer Horizontal-Geſchwindigkeit = c Fußen und das an ihr anliegende Triebwaſſer vorwärts geht, eben ſo weichen auch im Radumlaufe alle hinter der ^{u}S befindlichen in das Waſſer eingetauchten Radſchaufeln dem an ihnen anliegenden Waſſer mit einer Cirkulargeſchwindigkeit = c Fußen aus; damit aber iſt offenbar, „daß die Geſchwindigkeit c einer in Q eingetre„tenen ^{u}S, welche da als jene in §. 42. und 43. an„genommene T dient, durch die hinter der ^{u}S in dem „Triebwaſſer laufenden Radſchaufeln nicht verändert „werden könne."

B.) In der Conſtruktion der Stoßformel F war nach §. 42, Nr. 3. angenommen worden, „daß die in den loth„rechten Q eingeſetzte T ſogleich in einem gewiſſen Zeit„theilchen t, worin das Eingetauchtwerden derſelben er„folgt und vollendet wird, in eine hinter ihr anliegende

„Waſſerſchicht S t einwirke, und die dort genannte C zu „der c der T herunterſtimme ꝛc.“ Bei den Schaufeln eines in das Gerinn eingehängten Waſſerrades findet dieſe Annahme zwar nicht gerade zu ſo, wie dort, ſie findet aber doch im Erwägen der Folgen des Wirkens der Radſchaufeln gegen das, dieſe vorwärts treibende Waſſer Statt, wie aus Folgendem erhellet: Die gänzlich in das Triebwaſſer eingeſtochene oberſte der Stellfallenöffnung folgende Radſchaufel ${}^{o}S$ weicht dem Waſſer mit einer Cirkulargeſchwindigkeit = c Fußen aus, weswegen auch das an ihr anliegende Waſſer, welches durch ſeinen Fall geſchwinder vorwärts zu gehen beſtrebt iſt, als die ${}^{o}S$ vorwärts geht, nur mit einer ſolchen c (dieſe cirkulariſch genommen, was bei einem Kropfgerinne ſtets genaueſt Statt hat) und folglich auch jede von den Waſſermaſſen, die zwiſchen den von der ${}^{o}S$ bis zu der ${}^{u}S$ herunter folgenden Schaufeln gehen, nur mit jener c der ${}^{o}S$, durch welche der freie Gang dieſer Waſſermaſſen verzögert iſt, vorwärts gehen kann. Demnach iſt es in dem Zeittheilchen t, worin eine Radſchaufel durch ihr Eintreten in den lothrechten Q zu einer unterſten und ſomit lothrechten Schaufel ${}^{u}S$, zu einer Stellvertreterin der vorhin angenommenen T wird, gerade ſo,

> „als wenn erſt in dieſem Zeittheilchen $t = \frac{1}{n}$ „Sekunde (§. 32.) eine Stoßtafel T in den lothrechten Q des Gerinnwaſſers eingeſenkt, und deſſen in „§. 32. beſtimmte C zu einer c einer T, welche durch „die ${}^{u}S$ gegeben wird, heruntergeſtimmt würde.“

C.) Durch das Bisherige iſt zureichend dargethan, „daß ſelbſt auch rückſichtlich der in §. 42. und 43. für nur „eine T vorgenommenen Conſtruktion der Waſſerſtoßformel $\mathfrak{F}$ vorkommenden Annahmen nichts im Wege ſtehe, „wodurch die Anwendbarkeit jener $\mathfrak{F}$ auf unterſchlächtige „Waſſerräder als unſtatthaft erklärt werden könne.“

§. 47.

Wir nehmen ferner die Waſſerſtoßformel 𝔉′ in Betrachtung, die wir in §. 44. für unbegränztes Waſſer gefunden haben. Dort war in Nr. 9, C. die Waſſerſtoßgleichung folgende:

$$p^{*} = (C - c) \cdot C \cdot F \cdot 1 \text{ Berl. Pfunden.}$$

§. 48.

Wenn die in dieſer Gleichung enthaltene Formel 𝔉′ nicht auf die unterſchlächtigen im unbegränzten Waſſer hängenden Räder anwendbar ſeyn ſollte, ſo müßte ſich darthun laſſen, „daß dieſe Formel Größen enthalte, „und daß der Conſtruktion derſelben Annahmen unter„legt ſeyen, die rückſichtlich der mehreren Stoßtafeln, „welche das Rad durch ſeine Schaufeln dem Waſſer dar„bietet, mit jenen, welche bei der Anwendung der vorhin „beſtimmten einen Stoßtafel 𝔗, wofür die Formel ge„ſucht worden iſt, Statt finden, ſelbſt auch nicht ein„mal näherungsweiſe in Uebereinſtimmung zu brin„gen ſeyen.“ — Unſere deswegen erforderlichen Betrachtungen ſind folgende:

A.) Der Quadratinhalt des in das Waſſer eingetauchten Flächentheiles F der Stoßtafel 𝔗 iſt $= l \cdot b$ Quadratfußen, worin l die Zahl der Längen- und b die Zahl der Breiten-Fuße des F bedeutet (§. 43, Nr. 11). Die Größen l und b aber können bei einer in einem lothrechten Waſſerquerſchnitte $Q = F = l \cdot b$ eingetretenen Waſſerradſchaufel $^{u}\mathfrak{S}$ eben ſo gut Statt haben, wie bei einer in dieſem Q eingeſetzten Stoßtafel 𝔗; es kann demnach die Größe $F = l \cdot b$ Quadratfußen nicht angeſehen werden als eine ſolche, wodurch der Anwendbarkeit der für die nur eine 𝔗 geſuchten Waſſerſtoßformel $p^{*} =$ ꝛc. ꝛc. auf die vorgenannten Waſſerräder entgegenſtehen.

B.) Die Größe C iſt die horizontale **mittlere** Geſchwindigkeit, mit welcher das Waſſer durch den lothrechten Q gehen würde, falls in dieſem Q keine T eingebracht wäre, welche dem Waſſer nur mit einer horizontalen c, die **kleiner** iſt, als die C, ausweicht, daher den Vorwärtsgang des Waſſers verzögert und ſomit den Druck oder Stoß P* des Triebwaſſers gegen ſie verurſacht. Dieſe C wird in dem Q, worin im Gange des Rades die unterſte lothrechte Radſchaufel uS ſeyn ſoll, durch einen Waſſergeſchwindigkeitsmeſſer aufgeſucht und es iſt alſo der für ſie gefundene Werth = C Fußen gültig, es mag jene in der in §. 44. vorgenommenen Conſtruktion der den Waſſerſtoß P* ausdrückenden Formel F′ angenommene in den Q eingeſetzte Stoßtafel T, oder ſtatt dieſer eine Waſſerradſchaufel uS, die im Gange des Rades in den Q eingetreten iſt, gedacht werden.

C.) Die Größe c iſt die Ausweichgeſchwindigkeit der T, und es gelten hier alle die Betrachtungen, die in §. 46, Nr. 6. angeſtellt worden ſind, weswegen man auch hier zu ſetzen hat, „daß die nur für eine T „in §. 43. aufgeſuchte Waſſerſtoßformel F′ auch für „die mehreren Schaufeln eines in unbegränztes „Waſſer eingehängten Waſſerrades als zureichend gültig „für die Praxis anzuerkennen ſey."

D.) Was die Annahmen, welche der nur für eine T vorgenommenen Conſtruktion der Formel F′ zum Grunde gelegt wurden, betrifft, ſo iſt leicht aus dem in §. 46, Nr. 7. Beigebrachten abzunehmen, „daß auch rückſichtlich dieſer Annahmen die nur für eine T gefundene Formel F′ auf die in unbegränztes Waſſer „eingehängten Waſſerräder anwendbar ſey."

X.

Bemerkungen

zu unſeren bisher beigebrachten Bemühungen für die Vervollkommnung der bis jetzt aufgeſtellt gewordenen Theorien von den unterſchlächtigen Waſſerrädern.

§. 49.

In dem von Eytelwein herausgegebenen Handbuche der Mechanik feſter Körper und der Hydraulik findet man (Seite 268 und 269) Folgendes:

„Die Theorie der unterſchlächtigen Waſſerräder (er „hätte ſagen ſollen — von allen Waſſerrädern —) iſt, „wenn auf alle dabei vorkommenden Umſtände Rückſicht „genommen werden ſoll, noch nicht dahin gediehen, daß „man in der Ausübung ſehr ſcharf zutreffende „Reſultate erwarten kann, und man wird ſich „in den meiſten Fällen mit einer Annäherung „begnügen müſſen.“

Deswegen fügt er dieſer ſeiner Aeußerung eine Reihe von vorzüglichen Schriften bei, in welchen eigenthümliche und gute Unterſuchungen zur Herſtellung einer möglichſt guten die unterſchlächtigen Waſſerräder betreffenden Theorie enthalten ſind.

§. 50.

Wahr iſt es, und in Ewigkeit wird es, wegen des beſchränkten Menſchenverſtandes ꝛc., wahr bleiben, „daß man ſich in den meiſten Fällen mit einer Annäherung begnügen müſſe,“ unverkennbar aber iſt es auch, daß in jenen von Eytelwein angeführten Schriften Nebenſachen ſchärfer in das Auge gefaßt worden ſind, als die oberſten Hauptſachen. — Welche von

jenen Schriften ſind die, worin man die für die Anlage unterſchlächtiger Waſſerräder höchſt wichtige Ausmittelung der Waſſergefälle, worauf doch am Ende alles ankommt, tüchtigen praktiſchen Unterricht findet? Welche von jenen Schriften ſind ferner die, worin man eine einſichtsvolle Belehrung darüber erhält, daß man die für nur eine Stoßtafel T aufgeſuchten Waſſerſtoßformeln auch als gültig anzunehmen habe für die mehreren Stoßtafeln eines in das Waſſer eingehängten unterſchlächtigen Waſſerrades, durch welche der Gang des Waſſers verzögert, und ein Trieb deſſelben gegen die Radſchaufeln und die Umdrehung des Rades hervorgebracht wird?

§. 51.

Für die Ausfüllung der vorgedachten in jenen Schriften ſich befindenden Lücken haben wir gewiſſenhafteſt durch das geſorgt, was wir bisher aus unſerem eigenen Inneren hervorgebracht, und als möglichſt deutlich und ausführbar in der Praxis (nach unſerem guten Willen, unſeren Kräften und Einſichten) beigebracht haben. Möge man dieſes nun noch nach Kräften und Einſichten verbeſſern!

XI.

Von der vortheilhafteſten Ausweichgeſchwindigkeit c der Schaufeln eines unterſchlächtigen Waſſerrades, welches mit einer Maſchine M zur Betreibung derſelben in Verbindung geſetzt iſt.

§. 52.

In jeder von den beiden in §. 43. und 44. für die Waſſerſtöße P und P* gefundenen Formeln F und F', deren Anwendbarkeit auf die unterſchlächtigen Waſ-

ſerräder wir in der vorigen Nr. X. des gegenwärtigen Kapitels unſeres hier vorliegenden Werkes zureichend bewieſen haben, iſt (man ſehe nach —) der Faktor oder Multiplikator (C—c) enthalten. In dieſem iſt die in dem Waſſerquerſchnitte Q Statt habende mittlere und horizontale Geſchwindigkeit C eine durch Meſſung oder Berechnung aufgefundene Größe (§. 30. und 31.) und die Größe c iſt die Ausweichgeſchwindigkeit des Mittelpunktes m des in das Triebwaſſer eingetauchten Theiles der unterſten lothrechten Radſchaufel uS.

§. 53.

Dieſe Größe c hat man durch den Grad der Belaſtung einer Maſchine M, die man mit dem Waſſerrade zur Betreibung derſelben in Verbindung ſetzen will, in ſeiner Gewalt, und hat dieſe ſo zu ſetzen, „daß die „M die nützlichſte Wirkung — den größten Nutz„effekt E* — leiſten könne.“

§. 54.

Ganz offenbar wird dieſer E* erhalten, wenn man den vorerwähnten Faktor (C—c) in dem Grade groß nimmt, „daß durch den Stoß die größte Nutzlaſt Q „der Maſchine M mit der vortheilhafteſten Geſchwin„digkeit in Bewegung geſetzt werden kann.“

§. 55.

1.) Wenn man in dem vorerwähnten Faktor (C—c) des Stoßes die Ausweichgeſchwindigkeit c des Punktes m der Schaufel uS jener Waſſergeſchwindigkeit C, die in dem lothrechten Waſſerquerſchnitte Q, worin die uS vorgeſtellt wird, Statt hat, gleich ſetzt, ſo iſt der Faktor (C—c) = C—C = 0 und mithin auch der ganze Waſſerſtoß St = 0. „Soll alſo durch einen Stoß ein un„terſchlächtiges Rad und eine an dieſes angehängte Ma-

Bayerische Staatsbibliothek München

„ſchine M in Bewegung geſetzt werden, ſo muß nothwen„dig die vorgenannte Größe c *kleiner* ſeyn, als die auf„gefundene C (§. 30 und 31)."

2.) Wenn man ferner in dem Faktor (C — c) des Stoßes die Ausweichgeſchwindigkeit c des Punktes m = 0 ſetzt, alſo das Rad und die an dieſes angehängte M ſo nimmt, daß gar *keine* Bewegung der Schaufel uS erfolgen kann, ſo hat der Faktor (C — c) ſeinen *größten* Werth (C — 0) = C, bei welchem zwar der Waſſerſtoß St am *größten* iſt, aber doch kein Effekt der M Statt hat. — „Soll alſo durch einen St ein unterſchlächtiges „Rad und eine an dieſes angehängte M in Bewegung „geſetzt werden, ſo muß die vorgenannte Größe c *grö„ßer* als 0 geſetzt werden."

3.) Weil nach Nr. 1. der in dem Faktor (C — c) für den Subtractor c geſetzte Werth = C den Waſſerſtoß = 0 und alſo *gar keinen Maſchineneffekt* E giebt, nach Nr. 2. aber der in dem (C — c) für den Subtractor c geſetzte Werth = 0 zwar den *größten* Werth des Waſſerſtoßes, aber doch auch *gar keinen Maſchinen-Effekt* E gewährt, ſo iſt hiermit offenbar,

„daß die für den Subtractor c annehmbaren *zwei* „Werthe C und 0, die beide *keinen* Maſchineneffekt „E geben, zu denken ſeyen als *Gränzwerthe* von „c, zwiſchen welche derjenige Werth von c, für wel„chen der Effekt E der M ſeinen *größten* Werth „E* erhält, fallen muß."

4.) Das *arithmetiſche* Mittel zwiſchen den beiden vorgenannten *Gränzwerthen* C und 0 iſt eine Größe c = ½ . (C + 0) = ½ C. Daß dieſer *mittlere* Werth ½ C von c gerade *derjenige* ſey, „für welchen „der *größte* Nutzeffekt E* einer M, die durch ein unter„ſchlächtiges Waſſerrad betrieben werden ſoll, Statt haben „muß," das iſt aus dem Bisherigen nur in *gewiſſem*

Grade wahrſcheinlich, aber keineswegs gewiß. Wenn man deswegen die in den verſchiedenen Werken, worin von den unterſchlächtigen Rädern mit mathematiſcher Gründlichkeit gehandelt wird, befindlichen Unterſuchungen, welche den zu dem vorerwähnten E* erforderlichen beſten Werth von c betreffen, nachliest, ſo findet man,

„daß man A.) in dem Falle, wenn a) die Nebenlaſt Q′, die bei einem unterſchlächtigen Waſſerrade und einer an dieſes angehängten Maſchine M als 0 angenommen, zu dem aber auch b die in einem Abflußgerinne ᵃG Statt habende Waſſerverluſtmenge ᵛM (§. 43, Nr. 5.) bei Seite geſetzt wird, den vorgenannten Werth von c = $\frac{1}{2}$ C zu ſetzen habe,“

„daß aber B.) in dem Falle, wenn man von den beiden in dem ſo eben erwähnten Falle A. angegebenen Bedingungen a und b das Gegentheil ſetze, der zu dem E* gehörende Werth von c etwas kleiner, als $\frac{1}{2}$ C groß iſt, geſetzt werden müſſe.“

5.) Für die Praxis iſt es freilich in bloßer theoretiſcher Hinſicht zureichend, wenn man weiß,

„man habe einer durch ein unterſchlächtiges Waſ„ſerrad zu betreibenden Maſchine M zum beiläu„figen Erreichen des größten Nutzeffektes E* der„ſelben — nach mathematiſchen Unterſuchun„gen — eine Nutzlaſt Q aufzubürden, die „ſo groß iſt, daß das in §. 52. angegebene Punkt „m der Schaufel ᵘS beiläufig mit einer Ge„ſchwindigkeit c = $\frac{1}{2}$ C ausweichen könne.“

6.) Dieſe mathematiſchen Unterſuchungen über die beſte c und die zu dieſer gehörenden beſten Größen E* und Q ſind aber keineswegs zureichend. Des-

wegen haben wir uns auch nicht ganz ausführlich auf dieſe eingelaſſen. Bei jeder M findet eine c Statt, die nach der beſonderen Natur der M und den durch dieſe zu erreichenden größten Nutzeffekte E* beſonders, und zwar nach techniſchen Grundſätzen, Beobachtungen und Ergebniſſen aus dieſen, alſo keineswegs nur nach bloßen mathematiſchen Unterſuchungen — —, als die nützlichſte und ſomit beſte c zu beurtheilen und zu wählen iſt.

7.) Beweiſe durch Beiſpiele.

A.) Für Druck- und Saugwerke.

Darf man da die Kolben in den Stiefeln nur in der bloßen Reflexion auf den Satz, „daß die Maſchine M für c = $\frac{1}{2}$ C einzurichten ſey,“ auf- und abwärts gehen laſſen? — Kann nicht durch dieſe nur einſeitige Reflexion eine ganz fehlerhafte Einrichtung der vorgenannten Werke herauskommen? — Eine Einrichtung, bei welcher die Kolben ſo geſchwind aufwärts ſteigen, daß ihnen das Steigwaſſer in den Stiefeln nicht nachfolgen kann, oder nur ſo langſam aufwärts gehen, daß das Steigwaſſer in den Stiefeln gegen die Kolben aufwärts drückt. —

B.) Für Sägemühlen.

Darf man da bloß auf den Satz c = $\frac{1}{2}$ C reflektiren? — Kann nicht bei dieſer nur einſeitigen Reflexion der Gang der Säge in ſolchem Grade groß herauskommen, daß die Säge zu heiß wird?

C.) Für Getreidemühlen.

Kann man in dieſen die Läufer übermäßig groß nehmen? Und darf man, wenn man ſie möglichſt groß nimmt, die c = $\frac{1}{2}$ C ſetzen, falls man nach angeſtellten Berechnungen und vorliegenden Erfahrungen fände, daß

bei der Saʒung $c = \frac{1}{2} C$ das durch den Läuſer zerriebene Getreide in gewiſſem Grade verbrennen und deswegen ſchlechtes Mehl geben würde?

D.) Für Hammerwerke.

In dieſen wird entweder Metall, was durch Erhitzung im Feuer glühend gemacht worden iſt, oder kaltes Metall (z. E. dient hier die Stanniolſchlägerei) gehämmert, und man hat da im Beſtimmen der nützlichſten c und Gewichte der Hämmer die Erfahrung zu Rath zu ziehen, um den beſten Nutzeffekt der M zu gewinnen.

U. ſ. w.

8.) Man beſtimme alſo für jede beſondere M den beſten Werth c^* nach Ueberlegungen, die über den bloßen theoretiſchen Satz $c = \frac{1}{2} C$ hinausgehen, ſetze dann den auf ſolchem Wege ausgemittelten beſten c^* von c in die Waſſerſtoßformeln F oder F′ hinein, und ſuche für dieſen c^* und die nach Einſichten projectirte beſte Einrichtung der M denjenigen Werth der Nutzlaſt Q, bei welchem die klüglichſt ausgemittelte c^*, wenigſtens beiläufig, Statt haben kann.

Drittes Kapitel.

Von der Anlegung der unterſchlächtigen Waſſerräder.

I.

Das Beſtimmen der Halbmeſſer dieſer Räder.

§. 56.

Unterſcheidung dieſer Radhalbmeſſer.

Bei einem unterſchlächtigen Waſſerrade hat man vier Halbmeſſer derſelben zu unterſcheiden, wie hier folgt:

1.) Der größte Radhalbmeſſer, deſſen Fußzahl wir durch R bezeichnen, iſt der, welcher lothrecht aus dem Mittelpunkte C des mittleren und lothrechten Breitendurchſchnittes des Rades bis an das Ende b (Fig. 3. und 4.) einer Radſchaufel ^{u}S herunter gezogen wird.

2.) Der dem R folgende kleinere lothrechte Radhalbmeſſer, deſſen Fußzahl wir durch R* bezeichnen, iſt der ſogenannte mechaniſche Halbmeſſer, den man ſich aus dem vorgenannten Radmittelpunkte C bis in das Mittelpunkt m des in das Waſſer eingetauchten Theiles der unterſten Radſchaufel ^{u}S herunter gezogen vorzuſtellen hat, und deſſen Ende m gewöhnlich und auch von uns als das

Mittelpunkt des Waſſerſtoßes P oder P* angenommen wird.

3.) Der dem R* folgende und noch kleinere lothrechte Radhalbmeſſer, deſſen Fußzahl wir durch R′ bezeichnen, iſt ein ſolcher, welcher aus dem vorgenannten Rad-Mittelpunkte C bis an den äußern Umfang der Radkranzfläche, auf welche die Radſchaufeln aufgeſetzt ſeyn ſollen, herunter gezogen ſeyn ſoll, ſo, daß er mit den Radien R und R* in einerlei Richtung liegt.

4.) Der dieſem R′ noch weiter folgende und noch kleinere Radhalbmeſſer, deſſen Fußzahl wir durch R″ bezeichnen, iſt der innere Radkranzhalbmeſſer, welchen man ſich von C aus in der Richtung der vorerwähnten Halbmeſſer R, R* und R′ bis an die innere Radkranz-Peripherie gezogen zu denken hat.

§. 57.

Das Beſtimmen des größten Radhalbmeſſers = R Fußen.

1.) Aus dem Punkte b des Waſſerbettes und des lothrechten Waſſerquerſchnittes, worin man ſich die unterſte Radſchaufel uS vorgeſtellt wiſſen will, ziehe man aufwärts eine lothrechte Linie bC... (Fig. 3. und 4.) in der Ebene des in Nr. 1. des vorigen Paragraphens genannten Breitendurchſchnittes des Waſſerrades, welche Linie bC... Centrallinie heißt.

2.) Auf dieſe bC... trage man von b aus aufwärts die Höhe by = H Fußen, um welche diejenige Fläche F über dem Bettbodenpunkte b liegen ſoll, die ſich ergiebt, wenn man ſich die horizontale Bodenfläche BF des Gebäudes, worin die Maſchine M angebracht werden ſoll, gehörig weit und horizontal durch das Waſſerrad hindurch geometriſch fortgeſetzt einbildet. — Dieſe Höhe

$\mathfrak{H}$ iſt nach gehörig ausgemittelten Lokalumſtänden klüglichſt auszumitteln, denn wenn man es mit einem Platze zu thun hat, welcher Waſſerüberſchwemmungen ausgeſetzt iſt, ſo muß man die Bodenfläche BF des Gebäudes, in welchem die $\mathfrak{M}$ angebracht werden ſoll, in dem Grade hoch legen, daß niemals Ueberſchwemmungswaſſer in das Gebäude kommen kann.

3.) Aus dem durch die in vor. Nr. angegebenen obern Punkte y der Höhe by $=\mathfrak{H}$ Fußen trage man auf der bC... weiter aufwärts die Höhe yz $=\mathfrak{H}'$ Fußen, um welche das unterſte Punkt der Peripherie der Waſſerradwelle über der Bodenfläche BF des obgenannten Gebäudes liegen ſoll. Dieſe Höhe $\mathfrak{H}'$ iſt auszumitteln nach mancherlei Umſtänden. Wenn die horizontale Waſſerradwelle im Gebäude ein lothrechtes Trieb-, Stirn- oder Kammrad haben ſoll, ſo muß dieſe Welle ſo hoch über die Fläche BF gelegt werden, „daß das eben „genannte Rad Platz genug habe,“ und da kann man nun, falls man yz nicht zu groß nehmen will, damit der Radhalbmeſſer R nicht zu groß werde, eine wohlgewählte Radgrube in der Bodenfläche BF anbringen, in welcher ein Theil der Höhe des Triebrades läuft.

4.) Aus dem auf der Linie bC... erhaltenen Punkte z trage man weiter aufwärts die Länge zC des Halbmeſſers der Waſſerradwelle, den wir $=$ r Fußen ſetzen; dadurch erhält man für die Höhenſumme

$$bC = by + yz + zC = (\mathfrak{H} + \mathfrak{H}' + r) \text{ Fußen}$$

das Mittelpunkt C des Waſſerrades, durch welches die Axe ſeiner Welle horizontal ꝛc. laufen ſoll.

5.) Nun beſtimme man die in der Linie bC vom Waſſerbettpunkte b an (Nr. 1.) aufwärts gemeſſene lothrechte Höhe $= \alpha$ Fußen; die bei einem Kropfgerinne (Fig 4.) $= \frac{1}{24}$ Fuß (§. 43, Nr. 4.), aber bei einem Schnurgerinne (Fig. 3.) merklich größer iſt, und

aus dem ſich ſchicklich entworfenen Gerinn- und Rad-Riſſe herausgemeſſen werden muß; bei einem freihängenden Waſſerrade kann die Größe α, wenn das Triebwaſſer bei b ſehr tief iſt, eine bedeutende Größe ſeyn, denn ſolche Räder ſollen mit der Unterkante ihrer lothrechten Schaufel uS ſo hoch in das Triebwaſſer eingehängt werden, daß von dieſem Waſſer nichts über die Oberkante der uS hinüber ſtrömen kann.

6.) Die gefundene Höhe α ziehe man von der Höhenſumme bC = ℌ + ℌ' + r Fußen ab, ſo erhält man den vorgenannten Halbmeſſer R des Waſſerrades, welcher von dem vorgenannten Axenpunkte C (Fig. 4.) bis zu der unterſten Kante der lothrechten Radſchaufel herunter gehen ſoll; es iſt der Werth dieſes

R = (ℌ + ℌ' + r − α) Fußen.

7.) Kleiner, als dieſer Ausdruck, der den Werth von R giebt, kann man R nicht nehmen, wenn man, was wir hier vorausſetzen, den Größen ℌ, ℌ' und r die kleinſten Werthe giebt, die nach den vorliegenden Lokalumſtänden und techniſchen und mechaniſchen Rückſichten Statt haben können, wohl aber kann man, wenn es nöthig wird, die Größen ℌ, ℌ', r ſo wählen, daß ſie einen größeren Werth von R geben, als jener für ihre kleinſten Werthe Statt habender Werth von R ſeyn muß. Dabei kommt es vornehmlich auf die Wahl der Größe ℌ' an, denn man legt die Bodenfläche BF des Gebäudes (Nr. 2.) zur Erſparung der Koſten in keiner größeren Höhe by = ℌ Fußen über dem Waſſerbettpunkte b an, als höchſtens zur Vermeidung des Eintrittes des Ueberſchwemmungswaſſers, wenn ein ſolches zu beſorgen iſt, erfordert wird, und giebt auch dem Halbmeſſer zC = r Fußen nur die nöthigſte Länge. Bei der Wahl der Höhe yz = ℌ' Fußen hat man mehr Freiheit; man kann durch Vergrößerung des R das Unterpunkt z der Peripherie der Waſ-

ſerradwelle ohne beſondere Nachtheile höher über die Bodenfläche BF des Gebäudes (Nr. 3.) legen.

8.) Beiſpiel.

A.) Man habe für eine gewiſſe Strecke ab = L, z. E. 10 Fußen, das Waſſerbettbodengefäll bc = af = bG (§. 18. und Fig. 2.), welches in Fig. 3. und 4. durch af bezeichnet iſt, geſucht, und zwar z. E. nach §. 24, und habe nach dem dortigen in Nr. 8. gegebenen Beiſpiele

bG = 3,5 Rheinl. Fußen gefunden.

B.) Es ſey ferner bei einem Gerinn- und Aufſtauungs-Waſſer der Waſſerſtand hg oder St (§. 31, Nr. 3, B.) = 1,666 ... Rhnl. Fußen (§. 31, Nr. 3, D).

C.) Hiernach iſt die ganze Waſſerhöhe f′h (Fig. 3. und 4.) = f′g + gh = bG + St = 3,5 + 1,666... = 5,166 ... Fußen.

D.) Das Lokal ſey ſo beſchaffen, daß bei dem Eintreten eines Ueberſchwemmungswaſſers dieſes noch höchſtens um eine Höhe = 1,834 Fußen über die geſtattete Aufſtauungslinie ih (Fig. 3. und 4.) emporſteigt.

E.) Für dieſen Fall hat man die in vor. Nr. 2. erklärte Höhe by oder $\mathfrak{H}$ = f′g + gh + 1,834 = 3,5 + 1,666 + 1,834 = 5,166 + 1,834 = 7 Fußen zu ſetzen, damit bei Hochwaſſer nichts von dieſem in die Bodenfläche BF (Nr. 2.) einlaufen könne.

F.) Wenn man nun in dem Gebäude der horizontalen Waſſerradwelle ein Trieb-, Stirn- oder Kamm-Rad lothrecht anzuhängen hat, deſſen Halbmeſſer z. E. 2,5 Fußen ſeyn ſoll, und man will dabei, daß das Unterpunkt z der Waſſerradwelle nur um eine Höhe yz = $\mathfrak{H}'$ = 1 Fuße (vor. Nr. 3.) über der Bodenfläche BF (vor. Nr. 2.) liege, ſo iſt die Höhenſumme by + yz = $\mathfrak{H}$ + $\mathfrak{H}'$ = 7 + 1 = 8 Fußen, und man muß hier eine zureichend tiefe Radgrube für das vorerwähnte Triebrad in dem Boden BF (Nr. 2.) herrichten laſſen.

G.) Somit hat man nun die Höhenſumme

bz oder $by + yz = \mathfrak{H} + \mathfrak{H}' = 8$ Fußen

für die Beſtimmung des Waſſerradhalbmeſſers R. Wenn ferner der Halbmeſſer zC der Waſſerradwelle $= \frac{3}{4}$ oder 0,75 Fußen ſeyn ſoll, ſo hat man die von b bis zu dem in vor. Nr. 4. genannten Mittelpunkte C gemeſſene Höhe

$$bC = by + yz + zC = \mathfrak{H} + \mathfrak{H}' + r$$
$$= 8 + 0{,}75 = 8{,}75 \text{ Fußen.}$$

H.) Zieht man von dieſer die Größe α (vor. Nr. 6.), die bei Kropfgerinnrädern nur $= \frac{1}{24} = 0{,}081$ Fußen iſt, ab, ſo erhält man

$$R = \mathfrak{H} + \mathfrak{H}' + r - \alpha = 8{,}75 - 0{,}081 = 8{,}669$$

Fußen, wofür man füglich nur 8,5 Fuße ſetzen darf, weil man der Größe $yz = \mathfrak{H}'$ Fußen ein Geringes abbrechen darf, was aber in keiner Hinſicht ein bedeutungsvoller Schaden ſeyn kann.

§. 58[a].

Das Beſtimmen des mechaniſchen Radhalbmeſſers = R* Fußen.

1.) Weil dieſer (nach §. 56, Nr. 2.) aus dem vorhin genannten Radmittelpunkte C bis in das Mittelpunkt m der lothrechten Schaufel $^u\mathfrak{S}$ herunter gerechnet ſeyn ſoll, ſo darf man nur die Hälfte der Höhe h der $^u\mathfrak{S}$ von dem vorhin berechneten größten Radhalbmeſſer R abziehen, wodurch man den

$R^* = (R - \frac{1}{2}h)$ Fußen erhält.

2.) Wie groß aber iſt denn h? — Dieſe Höhe muß ſo genommen werden, daß das an der $^u\mathfrak{S}$ ſich aufſtauende Waſſer nicht über die Oberkante dieſer Schaufel hinüber ſtürzen kann, ſie muß alſo der Stauungshöhe des an der $^u\mathfrak{S}$ anliegenden Triebwaſſers gleich ſeyn. — In §. 43, Nr. 3. iſt dieſe h für die dort angenommene Stoßtafel $\mathfrak{T}$ berechnet; ſie iſt dort

$$h = \varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c} \cdot \mathfrak{h}$$

Fußen gefunden worden. Eben ſo groß kann man auch die Höhe der lothrechten Radſchaufel nehmen, wobei man verſichert iſt, daß ganz gewiß kein Waſſer über die Radſchaufel $^u\mathfrak{S}$ hinwegſtürzen könne, weil ſich das Triebwaſſer nicht bloß an der $^u\mathfrak{S}$ allein, ſondern auch an den ihr vorausgehenden Radſchaufeln aufſtaut.

3.) Es iſt demnach der mechaniſche Radhalbmeſſer

$$R^{*} = R - \tfrac{1}{2} h = R - \tfrac{1}{2} \cdot \varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c} \cdot \mathfrak{h} \text{ Fußen.}$$

4.) Beiſpiel:

A.) Nach §. 43, Nr. 8, B. ſey für aufgeſtautes Waſſer und ein mit Flügelwänden verſehenes Zuflußbett ^{z}B die in der Stellfallenöffnung Statt habende Einflußgeſchwindigkeit $\mathfrak{C}' = 9{,}954$ Fußen (§. 31, Nr. 3, D.); die Waſſergeſchwindigkeit C in dem lothrechten Querſchnitte Q, worin die $^u\mathfrak{S}$ ſtatt der $\mathfrak{T}$ vorgeſtellt wird, ſey $= 18{,}4$ Rheinl. Fußen gefunden worden (§. 31, Nr. 4. und 5.); ferner ſey die Ausweichgeſchwindigkeit c der $^u\mathfrak{S}$ oder $\mathfrak{T}$ $= \frac{1}{2}\, C = \frac{1}{2} \cdot 18{,}4 = 9{,}2$ Fußen geſetzt worden (wie in §. 43, Nr. 8, B, h); weiter ſey $\mathfrak{h} = 0{,}666$ Fußen und $\varphi = 0{,}855$ geſetzt worden (wie in §. 43, Nr. 8, B, e und g); endlich ſey nach dem vor. §. 57, Nr. 8, H der größte Radhalbmeſſer $R = 7{,}669$ Fußen erhalten worden. Für die hier angegebenen Werthe von R, $\mathfrak{C}'$ c, $\mathfrak{h}$ und φ iſt nach der in vor. Nr. 3. angegebenen Gleichung

$$R^{*} = R - \tfrac{1}{2} \cdot \varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c} \cdot \mathfrak{h}$$
$$= 7{,}669 - \tfrac{1}{2} \cdot 0{,}855 \cdot \frac{9{,}954}{9{,}200} \cdot 0{,}666$$
$$= 7{,}669 - 0{,}427 \cdot 0{,}72$$
$$= 7{,}669 - 0{,}307 = 7{,}362 \text{ Fußen.}$$

B.) Anmerkung. In dieſer Berechnung hat nach der in Nr. 3. angegebenen Gleichung

$$R^{*} = (R'' - \tfrac{1}{2}h) = R - \tfrac{1}{2}\varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c} \cdot \mathfrak{h}$$

die Subtraktivgröße $\frac{1}{2}h$ oder $\frac{1}{2}\varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c} \cdot \mathfrak{h}$ nur den Werth = 0,307 Fußen erhalten; hiernach iſt die Hälfte der nach vor. Nr. 1. und 2. erforderlichen ganzen Höhe h der Radſchaufel uS nur = 0,307 Fußen, und folglich die ganze erforderliche Schaufelhöhe h nur = 2mal 0,307 = 0,614 Fußen. — Daraus vernimmt man,

„daß, nach unſerem Beiſpiele, ganz gewiß die „Radſchaufeln zureichend hoch ſeyen, wenn man „ihnen eine nur einen Fuß große Höhe giebt.“

Geht man aus unſerem Beiſpiele heraus und auf andere über, ſo wird man finden,

„daß wohl in allen Fällen eine Radſchaufelhöhe h, „die nur = 1 Fuß iſt, zureichend ſey.“

*) Eine große Verſchiedenheit zwiſchen unſerer Theorie und dem, was Langsdorf in ſeinen Grundlehren der mechaniſchen Wiſſenſchaften Seite 467 bemerklich macht, ergiebt ſich, wenn man gehörig nachforſcht.

§. 58 b.

Das Beſtimmen des äußern Radkranzhalbmeſſers = R′ Fußen.

1.) Dieſer nach §. 56, Nr. 3. zu denkende Radhalbmeſſer R′ wird erhalten, wenn man von dem in §. 57. berechneten größten Radhalbmeſſer R die ganze Höhe $h = \varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c} \cdot \mathfrak{h}$ (§. 58, Nr. 2.) abzieht. Es iſt alſo

$$R' = R - h = (R - \varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c} \cdot \mathfrak{h}) \text{ Fußen.}$$

2.) Beiſpiel:

Es ſey nach §. 57, Nr. 8, H. die Größe R = 7,669 Fußen gefunden worden, und ferner habe man nach der

Bemerkung in §. 43, Nr. 3. und §. 58, Nr. 4. die Größe h oder $\varphi \cdot \frac{\mathfrak{C}'}{c} \cdot \mathfrak{h}$ — 0,614 Fußen gefunden; ſetzt man nun nach dem Dortigen h = 1 Fuß, ſo iſt

$$R' = R - h = 7{,}669 - 1 = 6{,}669$$

Fußen zu ſetzen.

§. 59.

Das Beſtimmen des innern Radkranzhalbmeſſers = R″ Fußen.

1.) Wenn man den Halbmeſſer R′ (§. 56, Nr. 3.) gefunden hat, ſo darf man nur die nach der Richtung des R′ genommene Höhe = 𝔛 Fußen des verlangten Radkranzes von dem R′ abziehen, wodurch man den Halbmeſſer R″ = (R′ — 𝔛) Fußen erhält.

2.) Die Radkranzdicke 𝔛 hängt zunächſt von der erforderlichen Feſtigkeit des Radkranzes ab, in welcher Rückſicht man für 𝔛 nicht bloß 5 Zolle, ſondern niemals weniger, als ½ Fuß ſetzen ſollte; ferner aber iſt 𝔛 auch noch von der Beſchaffenheit der Art des Waſſerrades und der durch dieſes zu betreibenden Maſchine M abhängig. Iſt das unterſchlächtige Waſſerrad ein Straubrad (§. 7, Nr. aa) und es ſoll durch dieſes nur eine leicht zu betreibende M, z. E. eine Getreidmühle, die nur einen Gang oder zwei Gänge hat, betrieben werden, ſo iſt die Kranzdicke 𝔛 groß genug, wenn man ihr ½ Fuß giebt. — Wenn ferner das Rad ein Staberad (§. 7, Nr. bb) ſeyn ſoll, auf deſſen Kränzen die Schaufeln aufgeſetzt ſeyn ſollen (§. 7, Nr. bb, bbb) und es ſoll durch dieſes eine nur leicht zu betreibende Maſchine M, z. E. eine Getreidmühle mit zweien oder vieren Gängen betrieben werden, ſo iſt es ebenfalls noch zureichend genug, wenn man jedem Radkranze eine Dicke 𝔛 = ½ Fuß giebt. — Wenn man aber eine Maſchine, in welcher fort

und fort in gewiſſen Zeittheilchen τ neue Laſt ergriffen und in Bewegung geſetzt werden muß, die alſo nur eines ungleichförmigen Beharrungsſtandes fähig iſt, und bei welcher das Waſſerrad zugleich die Dienſte eines Schwungrades leiſten ſoll, ſo muß man die $\mathfrak{X}$ größer nehmen; man giebt in ſolchen Fällen der $\mathfrak{X}$ eine Größe von 8 ꝛc. Zollen oder $\frac{3}{4}$ ꝛc. Fußen.

3.) Beiſpiel:

Es ſey für eine nach neueſter Form eingerichtete Getreidemühle, in welcher vier Gänge durch ein 7 Fuße breites Staberad betrieben werden ſollen, der Halbmeſſer R′ (nach §. 58.) = 6,669 Fußen gefunden worden, und man wolle einem jeden der beiden Radkränzen nur eine Höhe $\mathfrak{X} = \frac{1}{2}$ Fuß geben (weil man jeden Kranz aus zweien ganzen $2\frac{1}{4}$ Zoll dicken aufeinander gelegten ſolchen Lagen machen will, welche eine $4\frac{1}{2}$ Zoll große, nach der Richtung der Wellenaxe gemeſſene Kranz-Dicke D geben), ſo wäre nach Nr. 1.

$$R'' = R' - \mathfrak{X} = 6{,}669 - 0{,}5 = 6{,}169 \text{ Fußen,}$$

wofür man 6,2 Fuß ſetzen kann.

II.

Das Zeichnen der Radgerinne und Raddurchſchnitte.

§. 60.

Für ein Schnurgerinn.

1.) Nach §. 57, Nr. 8, G. ſey die Höhenſumme bC = by + yz + zC oder $\mathfrak{H} + \mathfrak{H}' + r$ beſtimmt; es ſey z. B. nach dem Dortigen = $(7 + 1 + \frac{3}{4}) = 8{,}75$ Fußen, auf der lothrechten Centrallinie bC... (§. 57, Nr. 1.) gefunden worden (Fig. 3).

2.) Aus den Punkten b und C dieſer lothrechten Linie bC... ziehe man, gegen ſie winkelrecht, die beiden Horizontallinien bf... und C𝕮... und auf dieſe trage man die Längen bf und C𝕮, von welchen jede nach Nr. 1. = bC (z. E. = 8,75 Fußen) iſt, auf, und ziehe dann die Linie f𝕮.

3.) Somit hat man ein Quadrat bC𝕮f, worin das Viertel des in §. 56, Nr. 1. genannten lothrechten Breitendurchſchnittes des Waſſerrads liegen ſoll.

4.) Auf die Linie bC trage man das Waſſerbettgefäll bc = ^{b}G Fußen (§. 18.), welches man (z. E. nach §. 24.) aufgeſucht hat, und welches nach unſerem in §. 24, Nr. 8. gegebenen Beiſpiele = 3,5 Fußen iſt.

5.) Aus dem hierbei erhaltenen Punkte c ziehe man der bf... parallel die Horizontallinie ca'..., welche die f𝕮 in dem Punkte a' ſchneidet.

6.) Von dem Punkte a' aus trage man auf der Linie ca' auswärts den Abſtand a'a, um welchen in der ca'... die innere lothrechte Seite aa des Fachbaumes B von der Seite f𝕮 des Quadrates bC𝕮f (Nr. 3.) abſtehen ſoll, und dann ziehe man durch a eine lothrechte Linie fa, die = fa' = bc = ^{b}G Fußen (Nr. 4.) iſt.

7.) Somit hat man das Anfangspunkt a des ſchief abwärts laufenden Theiles ab der Oberfläche des Schnurgerinnes, welches bei b einen horizontalen Theil bn haben ſoll, bei a ferner gehörig in den Fachbaum B und von a bis b herunter und dann noch weiter in die Erde einzulegen iſt.

8.) Aus dem vorngenannten Radmittelpunkte C fälle man auf die Gerinnlinie ab ein Perpendikel Cp, ſo hat man die Radiuslinie, auf welcher man für das in das Schnurgerinn einzuhängende Waſſerrad den größten Halbmeſſer R zu ſuchen hat. — Man meſſe die Linie

Cp (die in unſerer Beiſpielszeichnung beiläufig = 8,333... = $8\frac{1}{3}$ Fuß iſt, da hingegen die Centrallinie Cb, nach Nr. 1., = 8,75 oder $8\frac{3}{4}$ Fußen war); von dieſer Cp ziehe man die Spielraumshöhe px = $\frac{1}{2}$ Zoll = $\frac{1}{24}$ = 0,081 (§. 57, Nr. 8, Nr. H.) ab, ſo hat man hier die Länge des größten Radhalbmeſſers Cb = Cx oder

$$R = Cp - x = 8{,}333 - 0{,}081 = 8{,}252 \text{ Fußen.}$$

9.) Dieſe Länge Cx nehme man zwiſchen den Zirkel und ziehe mit ihr aus C den Kreisbogen ...bB..., welcher dem Kreiſe zugehört, worin die äußerſten horizontalen Kanten der Radſchaufeln laufen ſollen.

10.) Dabei erhält man auf der Centrallinie bC (Nr. 1.) die Größe bb = α Fußen für den Spielraum zwiſchen der unterſten lothrechten Radſchaufel uS und dem Bettbodenpunkte b, welcher, wie man ſieht, bei einem Schnurgerinne ab... beträchtlich groß wird; nach unſerer Zeichnung iſt er beiläufig = $\frac{1}{2}$ Fuß. Hier iſt nun nach §. 57, Nr. 6. der größte Radhalbmeſſer Cx oder

$$\begin{aligned} R = Cb &= bC - bb = bC - \alpha \\ &= by + yz + zC - \alpha \\ &= \mathfrak{H} + \mathfrak{H}' + r - \alpha \\ &= 7 + 1 + \tfrac{3}{4} - \tfrac{1}{2} \text{ (§. 57, Nr. 8.)} \\ &= 8\tfrac{1}{4} \text{ Fuß, was mit Nr. 8. gut harmonirt.} \end{aligned}$$

11.) Für ein Kropfradgerinn wurde er in §. 57, Nr. 8, H. größer, er wurde dort = 8,669 Fußen.

12.*) Man ſieht leicht ein, daß die Größe bb von dem in vor. Nr. 6. genannten Abſtande a'a abhängig ſey, und deſto kleiner werde, je weiter man in der oberen horizontalen Gefälllinie ca'..... das in Nr. 6. genannte Fachbaumpunkt a über das Schnittpunkt a', welches die Linien ca'.... und fC geben, hinausrückt. Dabei verliert man nichts an dem Bettbodengefälle bc = a'f = af = bG Fußen, man erhält aber ein längeres Schnurgerinn ab... und auch einen größeren Rad-

halbmeſſer Cx = Cb = R Fußen (vor. Nr. 10). — Das längere Gerinn verurſacht zwar etwas mehr Koſten und mehr Widerſtand gegen das in ihm abfließende Waſſer, giebt alſo in dem bei b vorzuſtellenden lothrechten Waſſerquerſchnitte Q eine geringere Ausflußgeſchwindigkeit C des Waſſers, wie auch bei p eine geringere Geſchwindigkeit C′, mit welcher es winkelrecht gegen die da befindliche Radſchaufel preßt, dagegen aber giebt es auch einen größeren Radhalbmeſſer R, welcher in Bezug auf den R* ein größeres Umdrehungsmoment des Rades gewährt, und man gewinnt, was hier die Hauptſache iſt, hierzu auch noch eine kleinere Spielraumshöhe bb = α Fußen, und alſo eine größere Benutzung des Triebwaſſers. — Man nehme alſo den Abſtand a′a (Nr. 6.) ſo groß, als es die Lokalumſtände geſtatten wollen, damit bb möglichſt klein werde.

Bemerkung. Zur Verkleinerung der Höhe bb und Anwendbarkeit unſerer Waſſerſtoßgleichung P = ꝛc. (§. 45.) auf die in Schnurgerinnen laufenden Waſſerräder bringe man unter der lothrechten Schaufel uS bei b (Fig. 3.) einen in das Gerinn eingelegten Riegel r an, welcher etwa $\frac{1}{2}$ Fuß breit, und ſo hoch iſt, daß der Spielraum zwiſchen der Oberfläche des r und der Unterkante der uS ſo, wie in der Gleichung P = ꝛc. angenommen iſt, $\frac{1}{24}$ Fuß beträgt. — Das iſt genug für die Praxis!

13.) Von b aus trage man auf der bC aufwärts die Schaufelhöhe bb′ = h Fußen (z. E. 1 Fuß, §. 57, Anmerkung), ſo hat man nach §. 58. den äußern Radkranzhalbmeſſer Cb′ oder

R′ = R — h, z. B.
= (8$\frac{1}{4}$ — 1) Fuß (vor. Nr. 10).

Mit dieſem ziehe man aus C den Bogen ...b′B′... der äußern Radkranzperipherie.

14.) Von b′ aus trage man auf der bC weiter aufwärts die Radkranzhöhe b′ b″ = 𝔛 Fußen (z. B. $\frac{1}{2}$ Fuß, §. 59, Nr. 2.), ſo hat man den innern Radkranzhalbmeſſer R″ = R′ — 𝔛, z. B.

$$= 7\tfrac{1}{4} - \tfrac{1}{2} = 6\tfrac{3}{4} \text{ Fußen (§. 59, Nr. 1).}$$

Mit dieſem ziehe man aus C den Bogen ... b″ 𝔅″ ... der innern Radkranzperipherie.

15.) Zieht man von Cb = Cx oder R (Nr. 8.), deſſen Werth in Nr. 9. beiläufig genug = $8\frac{1}{4}$ Fuß gefunden wurde, die Größe xm = $\frac{1}{2}$. xβ = $\frac{1}{2}$. bb′ = $\frac{1}{2}$. h Fußen (z. E. $\frac{1}{2}$. 1 Fuß) ab, ſo erhält man den hier Statt habenden mechaniſchen Halbmeſſer Cm oder

$$R^* = (R - \tfrac{1}{2}h) \text{ Fußen (§. 58).}$$

Dieſer iſt z. E. nach unſeren Beiſpielen = $(8\frac{1}{4} - \frac{1}{2})$ = $7\frac{3}{4}$ Fußen; mit dieſem ziehe man den punktirten Bogen ... mM ...

16.) Bemerkung: Will man mehrere Waſſerräder hintereinander in ein Schnurgerinn einhängen, ſo muß man das Gefäll af oder bG gehörig auf dieſe vertheilen.

§. 61.

Für ein Kropfgerinn.

1.) Gerade ſo, wie in §. 60. gelehrt worden iſt, zeichne man ſich für die dort genannten Größen by = 𝔥, yz = 𝔥′ und zC = r Fußen (Fig. 4.) die Höhenſumme bC.

2.) Gerade ſo, wie dort angegeben worden iſt, conſtruire man aus der bC das Quadrat bCℭf, worin das Viertel des in §. 56, Nr. 1. genannten lothrechten Breitendurchſchnittes des Waſſerrades liegen ſoll.

3.) Gerade ſo, wie dort geſagt worden iſt, trage man auf die Centrallinie bC das ſich geſuchte Waſſerbettgefäll bc = bG Fußen (§. 60, Nr. 4.), und ziehe nach der dortigen Nr. 5. die Horizontallinie ca′..., da=

mit man in der Quadratſeite f C das Schnittpunkt a′ erhalte.

4.) Von dieſem Punkte a′ aus trage man auf der Linie ca′... auswärts den Abſtand aa′, um welchen in der ca′... die innere lothrechte Seite aa des Fachbaumes B von der Seite f C des Quadrates bC C f (vor. Nr. 2.) abſtehen ſoll, und dann ziehe man die lothrechte Linie f′a, die = fa′ = bc = bG Fußen (Nr. 3.) iſt. — Die Länge des Abſtandes aa′ kann bei Kropfgerinnen viel kleiner ſeyn, als bei Schnurgerinnen, bei welchen von der Länge aa′ (Fig. 3.) die Größe der ſchädlichen Spielraumshöhe bb (§. 60, Nr. 16.) abhängig iſt. Jedoch hat man hier darauf Rückſicht zu nehmen, ob man zwiſchen a und a′ (Fig. 4.) eine lothrechte Wand einer Radſtube anzulegen habe, oder ob man keine Radſtube anbringen wolle. — Wir haben in unſerem Riſſe auf keine Radſtube Rückſicht genommen, und daher aa′ nur 1 Fuß groß genommen, wodurch das Kropfgerinn möglichſt kurz wird, und die über dem Fachbaume B zwiſchen den auf dieſem aufgeſtellten Griesſäulen angebrachte Stellfalle g F doch noch weit genug von der lothrechten Linie f C des Quadrates bC C f entfernt ſteht.

5.) Somit hat man das Anfangspunkt a der von dieſem bis zu b herunter zu ziehenden Bettbodenlinie ab, die von b an auf eine kurze Strecke bn horizontal laufen ſoll.

6.) Aus dem Punkte C der Centrallinie bC... (Nr. 1, 2, 3.) ziehe man mit der Länge bC, die (nach §. 60, Nr. 1.) = 8,75 oder = 8¾ Fußen gefunden worden war, den Kreisbogen ...bC..., welcher die in vor. Nr. 5. gezogene Linie ab in einem Punkte p durchſchneidet, welches wir das Nabelpunkt des Kropfgerinnes nennen, weil von dieſem p bis zu b herunter das Gerinn hohl nach dem Bogen ...bC... ausgearbeitet ſeyn ſoll,

damit das Triebwaſſer in dem bei b vorgeſtellten lothrechten Querſchnitte Q horizontal und winkelrecht gegen die unterſte Schaufel uS des Waſſerrades preſſe und möglichſt wenig von dieſem verloren gehe.

7.) Von dieſem Punkte p aus ziehe man in das Fachbaumpunkt a eine gerade Linie pa für die obere gerade Fläche, in welcher der obere Theil des Kropfgerinnes gegen den unteren hohlen Theil ... pb ... deſſelben hinlaufen ſoll, und es iſt nun das Kropfgerinn, falls man dieſes von a aus bis p gerad laufen laſſen will, nach der Linie apb ... anzulegen.

8.) Bei dieſer Einrichtung erhält die Bodenfläche des Gerinnes in der Stelle p einen unſtetigen Fortgang, und ferner fällt auch das aus der Stellfallenöffnung gc in das Gerinn einfließende Waſſer an die in dieſes einſtechenden Radſchaufeln nicht in dem Grade ſtark an, als es der Fall ſeyn muß, wenn man dem Gerinne von a bis p eine nach einer Linie avp laufende gewölbte Grundfläche giebt. In dieſen Rückſichten, die aber von gar keiner erheblichen Bedeutung ſind, giebt man dem oberen Theil ap einer Kropfgerinnfläche eine gewölbte Richtung avp, deren Zeichnungsweiſe wir nun in der folgenden Nr. zeigen wollen.

9.) Zu der Forderung, „daß der Wölbungsbo„gen avp ſich an den Höhlungsbogen pb ſtetig „anſchließe, daß alſo in p keine Knickung der Bodenlinie „des Gerinnes Statt finde,“ gehört nothwendig, daß bei p die Elemente der beiden aus p auslaufenden Kreisbögen pb und pa auf dem verlängert durch p hindurch gezogenen Radhalbmeſſer Cp .... winkelrecht ſtehen. Zu der Forderung ferner, „daß der Bogen avp auch bei a „keinen plötzlichen Bruch mit der Oberlinie ag... „des Fachbaumes B mache, und daß alſo auch da eine „ſtetig fortlaufende Waſſerbodenlinie Statt finde,“ iſt er-

forderlich, daß bei a das Element des Kreisbogens ap auf dem in a endenden lothrechten Halbmeſſer a𝔞... dieſes Bogens winkelrecht ſtehe, daß alſo aa′... eine Tangente ſey. Da die Radien a𝔞... und pp′... gleich ſeyn müſſen, ſo muß ſich das gemeinſchaftliche Mittelpunkt M derſelben ergeben, wenn die Linien a𝔞... und pp′ bis zu ihrem Schnittpunkte M verlängert werden. Der von M aus gezogene Bogen ap muß nothwendig in dem Nabelpunkte p des Kropflinienbogens bp... ſo eintreffen, daß ſich die beiden Kropfbögen bp und ap ſtetig in p aneinander ſchließen, wie aus Folgendem erhellet: Die lothrechte Fachbaumlinie aM... iſt der lothrechten Centrallinie bC... des Rades gleichlaufend, und die Linie CM iſt eine Durchſchnittslinie dieſer zwei gleichlaufenden Linien aM... und bC...; folglich ſind bei C und M die Winkel w und w gleiche Wechſelswinkel; ferner ſind auch bei p die Winkel Cpb und apM als Verticalwinkel einander gleich; folglich ſind die beiden Dreiecke pCb und pMa einander ähnlich; es iſt aber das Dreieck pCb, von w aus gerechnet, wegen Cp = Cb ein gleichſchenklichtes Dreieck, woraus folgt, daß auch das dieſem ähnliche Dreieck aMp, von w aus gerechnet, gleichſchenklich ſeyn, daß alſo Ma = Mp ſeyn und ſomit p ein Punkt ſeyn müſſe, in welchem die Elemente der beiden Bögen bp und ap rechtwinklicht und alſo ſtetig an einander anſchließen.

§. 62.

Zu dem bisher Beigebrachten, was ſich nur erſt auf das Zeichnen der Oberlinien der Kropfgerinne bezieht, gehört nun auch noch das Zeichnen, welches die weitere techniſche Conſtruktion der vorgenannten Gerinne betrifft, die wir hier, aus Mangel an Raum, nicht ganz ausführlich in Betrachtung nehmen können.

§. 63.

1.) Auf die Abwärtsverlängerung bβ... der Centrallinie bC trage man die Dicke oder Höhe bβ (z. E. $\frac{1}{2}$ Fuß), um welche der untere Theil des Kropfgerinnes in den Waſſerbettboden eingelegt werden ſoll.

2.) Durch β ziehe man eine horizontale und alſo der bf parallele Linie ...m′βn′..., welche die Grundlinie des unteren Theiles des Kropfgerinnes anweiſt.

3.) Von den vierkantig und rechtwinklicht zugehauenen gleich hohen Eichenblöcken, aus welchen der untere Theil des Gerinnes conſtruirt werden ſoll, nehme man die Höhe derſelben ab, trage dieſe Blockhöhe $^b\mathfrak{H}$ auf der βC von β an aufwärts, wodurch die Linie βv = $^b\mathfrak{H}$ (z. E. = 1$\frac{3}{4}$ Fuße) erhalten wird.

4.) Durch v ziehe man eine horizontale, und alſo der Grundlinie ...m′βn′... parallele Linie ...mvn..., welche eine obere Linie eines von den Holzblöcken iſt, woraus der untere Theil des Kropfgerinnes gemacht werden ſoll.

5.) Aus dem Nabelpunkte p (§. 61, Nr. 6.) ziehe man eine lothrechte Linie pmm′..., welche die Ober- und Grund-Linie des Blockes in den Punkten m und m′ durchſchneidet, und auf der horizontalen bf nehme man von b aus die Strecke bn (z. E. = 1 Fuß), um welche von dem Gerinnpunkte b an, über dem die Schaufel $^u\mathfrak{S}$ des Rades vorgeſtellt worden iſt, das Gerinn weiter fort, aber horizontal, laufen ſoll. Durch das Punkt n ziehe man nun eine lothrechte Linie nnn′, hiermit iſt der rechtwinklichte lothrechte Längendurchſchnitt mnm′n′ eines von den vorgenannten Holzblöcken vollendet.

6.) Die Oberlinie mn dieſes Durchſchnittes durchſchneidet den unteren Kropfbogen bp (§. 61, Nr. 9.) in einem Punkte v; aus dieſem ziehe man in der Rich-

tung des Radius Cv einen Strich vv', welcher ¼ Fuß lang iſt. Aus dem Punkte v' ziehe man mit der Linie ba parallel die Linie v'...1... in die lothrechte Seitenlinie aa des Fachbaumes B hinein, und laſſe dieſe von 1 bis 2 um eine Länge von ¼ Fuß in den Fachbaum eingreifen. Aus a bis 2 ziehe man den Strich a2, ſo hat man hiermit den lothrechten Längen-Durchſchnitt v'1..2avpvv' des oberen Holzes des Kropfgerinnes, welches nach der Figur dieſes Durchſchnittes ausgearbeitet und in den Fachbaum B und in das nach der lothrechten Durchſchnittsfigur mv'vvbnn'm'm hergerichteten unteren Holzes des Kropfgerinnes eingetrieben und unten zwiſchen pv durch ſtarke Spießnägel auf das Unterholz aufgenagelt werden muß.

7.) Der Fachbaum B iſt auf Pfähle, wie die Figur zeigt, aufgezapft und der Unterblock des Gerinnes liegt auf zweien in die Erde eingelegten Lagerhölzern, welche auf Pfähle aufgezapft ſind, wie ebenfalls aus der Figur abzunehmen iſt.

8.) Auf dem Fachbaume B ſtehen die ſogenannten Griesſäulen, zwiſchen welchen die Stellfalle auf- und abwärts beweglich iſt.

9.) Jedes Gerinn muß Seitenwände oder Backen bekommen, welche die Höhe der unterſten Radſchaufel uS haben, und in die Griesſäulen eingelegt ſind. Die waſſerdichte Anbringung dieſer Backen kann hier aus Mangel an Raum nicht beſchrieben werden.

III.

Von dem ſogenannten Röſchen.

§. 64.

Weil der Gang des in einem Gerinne abfließenden Waſſers durch ein in dieſes eingehängtes Waſſerrad verzögert wird, ſo ſagt man, „das aus dem untern loth-

„rechten Querſchnitte Q, aus welchem die Radſchaufel uS „circulariſch aufwärts ſteigend fortgeht, und dadurch das „Waſſer von ſich abfließen läßt, ſey ein in ſeiner natür„lichen Abflußgeſchwindigkeit C geſchwächtes Waſſer, und „meint, man müſſe dieſer ſeiner Schwächung dadurch zu „Hülfe kommen, daß man dem Abſchußgerinne nahe un„ter dem Q ein plötzliches Gefäll gebe, damit durch dieſes „die verminderte C des Waſſers wieder in einem ſolchen „Grade erhöht werde, bei welchem es dem Vorwärtsgange „der Radſchaufeln nicht, als ſogenanntes Hinterwaſſer, wi„derſtreben könne." Dieſes Hintergefäll eines Waſſerradgerinnes nennt man (vorzugsweiſe) Räuſche oder Röſche. — Langsdorf hat, Seite 467 ſeiner Grundlehren der mechaniſchen Wiſſenſchaften, angegeben, „man ſolle dieſem Gefälle — dieſer Röſche — etwa $\frac{1}{4}$ der „ganzen Höhe der Radſchaufel uS anweiſen."

§. 65.

Bei einer ſolchen Röſcheneinrichtung iſt man gezwungen, dem Waſſerbettgefälle bG, was man nach unſeren Lehren gefunden hat, etwa $\frac{1}{4}$ der ganzen geſuchten Radſchaufelnhöhe abzubrechen, und für dieſe Subtraction unſere vorhin gegebenen Lehren bei den Conſtruktionen der Gerinn- und Radriſſe gehörigſt zu modificiren. Dabei verliert man an dem bG, um auf einer andern (noch gar nicht wohl berechneten Seite) etwas zu gewinnen.

§. 66.

Man hat auch noch, um der Beſorgniß, der Schädlichkeit des ſogenannten Hinterwaſſers möglichſter Weiſe genug zu thun, vorgebracht (und, wo es die Lokalumſtände geſtatteten, wirklich ausgeführt), nach dem Röſchengefälle das Waſſerbett divergirend breiter zu machen, damit das Waſſer mehr Abflußraum bekomme, alſo ſeichter fließen müſſe, und ſomit weniger Gelegen-

heit habe, dem Vorwärtsgange der Schaufeln des Waſſerrades hinderlich zu ſeyn.

§. 67.

Alle die bisher beigebrachten Meinungen von ſogenanntem dem Vorwärtsgange des Waſſerrades hinderlich werdendem Hinterwaſſer und die in ſolchen Meinungen ausgedachten Mittel, dem vermeinten Schaden des Hinterwaſſers zu begegnen, ſind grundlos, unnützlich und ſogar ſchädlich, wie aus Folgendem offenbar wird:

1.) Durch die Einwirkungen der Schwerkraft werden die Theilchen des im Gerinn abfließenden und an den Radſchaufeln anliegenden Waſſers an dieſen aufwärts getrieben, weil die Radſchaufeln den Bewegungsbeſtrebungen, die durch jene Einwirkungen zu dem Vorwärtsgehen der Waſſertheilchen erzeugt werden, in gewiſſem Grade entgegen wirken. Dieſe durch Reactionen der Radſchaufeln in ihrem Vorwärtsgange verhinderten und ſich deswegen an den Schaufeln aufſtauenden Waſſertheilchen müſſen aber doch ganz offenbar, indem im Radgange immerfort eine ^{u}S circulariſch vorwärts und aufwärts geht, wiederum fallen, und zwar eben ſo hoch, als ſie in ihren Aufſtauungen geſtiegen ſind, und in dieſem Fallen müſſen ſie nothwendig durch die ſtets fort von ihnen zu erleidenden Einwirkungen der Schwerkraft wiederum denſelben Grad von Bewegungsbeſtrebung — von Abflußgeſchwindigkeit — erhalten, der vorhin in den Zeittheilchen des Druckes der Waſſertheilchen gegen die Radſchaufeln und der Aufſtauungen an dieſen Schaufeln auf dieſe Erſcheinungen verwendet wurde, es muß alſo das Triebwaſſer, welches bei der Radumdrehung von jeder circulariſch vorwärts und aufwärts gehenden Schaufel ^{u}S abfällt und unter dieſer weiter vorwärts geht, gerade ſo fortfließen, „als wenn gar keine Radſchaufeln

„da geweſen wären.“ Durch jene vorigen Eindrücke der Schwerkraft, die das Triebwaſſer erhielt, und wodurch es eben gegen die Radſchaufeln preßte und ſich an dieſen aufſtaute, erſcheint freilich der Gang des Triebwaſſers — wie man ſagt — geſchwächt, dieſe ſcheinbare Schwächung wird ja aber durch neue Eindrücke der Schwerkraft, wodurch von jeder uS das Waſſer abfällt, wiederum erſetzt! — Braucht man alſo, um das ſogenannte Hinterwaſſer fortzuſchaffen, dem Abflußgerinne nach unterhalb des Q einen plötzlichen Abfall zu dem Zwecke zu geben, daß dieſes vermeintlich faul gewordene Waſſer dem Gange des Waſſerrades nicht ſchädlich werde? Fließt nicht von jeder uS des Rades das Waſſer, welches ja ſchon die Geſchwindigkeit c der ausweichenden uS hat, durch neu erfolgende Einwirkungen der Schwerkraft in deſſen Theilchen beſchleunigt ab? — Wozu alſo das Anbringen jener Röſche (§. 64.)?!

2.) Dieſes iſt nicht nur grundlos und unnützlich, ſondern es iſt ſogar ſchädlich, weil man, um Röſche zu erhalten, einen Theil des Gefälles bG aufopfern muß (§. 65). — Das aus dem Q auf der ganz kurzen horizontalen Ebene bn (Fig. 4.) vorwärts fließende Waſſer findet auch bald wieder nach der Stelle n etwas Gefäll im Flußbette.

3.) Was die im §. 66. erwähnte divergirende Erweiterung des nach dem Q folgenden Waſſerbettes betrifft, ſo iſt ſchon aus dem in vor. Nr. Beigebrachten offenbar, daß ſie eine ganz überflüßige Operation ſey; dazu aber kommt auch noch der Umſtand, daß eine ſolche Erweiterung des nach dem Q folgenden Waſſerbettes, falls ſie den vermeinten Vortheil gewähren ſollte, auf eine lange Strecke gehörig fortgeſetzt werden müßte, was in den meiſten Fällen wegen der Lokalumſtände und Koſten nicht wohl möglich iſt.

§. 68.

Bemerkung: Von ſolchem bisher betrachteten Hinterwaſſer, welches im Gange des Waſſerrades von jeder ^uS, an welcher es vorn anlag, abfließt, und dem Radumlaufe nicht ſchädlich werden kann (ſ. beſonders §. 67, Nr. 1.) hat man wohl zu unterſcheiden eine auf ganz andere Art entſtehende Gattung von Hinterwaſſer, welches durch ſein Eintreten der Vorwärtsumdrehung eines unterſchlächtigen Rades hinderlich und ſomit ſchädlich werden kann. — Wenn die zum Betreiben zweier Maſchinen M^1 und M^2 angelegten und durch daſſelbe Triebwaſſer in Bewegung zu ſetzenden Waſſerräder nicht weit genug von einander entfernt ſind, und das von der M^1 bis zu der M^2 Statt habende Waſſerbettgefäll nicht groß genug iſt, ſo kann es kommen, daß, wenn man die untere M^2 durch aufgeſtautes Waſſer betreibt, von dieſer aus das Waſſer ſich bis zum Rade der oberen Maſchine M^1 aufſtaut, und dem Gange des Rades dieſer Maſchine M^1 hinderlich und ſchädlich wird.

IV.

Von der Schaufelzahl N der unterſchlächtigen Waſſerräder.

§. 69.

1.) Ueber dieſe Zahl N ſind bis jetzt wohl Regeln gegeben worden, man kann aber von dieſen nicht beweiſen, daß ſie auf zureichenden Gründen beruhen. Die gewöhnliche Regel der Mühlärzte iſt dieſe:

„Man ſuche zuvörderſt eine Zahl N′ von Schaufeln, „die doppelt ſo groß iſt, als die Zahl der Fuße des „mechaniſchen Durchmeſſers 2 R* des Rades, verändere „aber dann, falls es nöthig iſt, die nach dieſer Regel ge-

„ſundene N′ durch eine geſchickte Vergrößerung oder „Verminderung χ derſelben zu einer Zahl N ab, die „ſich für die leichte Theilung der vier Radviertel in „vier ganze Zahlen zerlegen läßt."

Hiernach wäre alſo die Schaufelzahl

$$N = N' \pm \chi = 2 \cdot 2 R^{*} \pm \chi$$

2.) Beiſpiel: Nach §. 58a., Nr. 4. iſt $R^{*} = 7{,}362$, folglich $2 R^{*} - 14{,}724$ Fußen; das Doppelte von dieſem Werthe iſt eine Zahl $N' = 29{,}448$, die ſich nicht in vier ganze Zahlen zerlegen läßt; giebt man nun dieſer N′ einen Zuſatz χ, wodurch ſie zu einer Zahl

$$N = N' + \chi = 32$$

wird, ſo hat man eine geſchickte Schaufelzahl für die Eintheilung der vier Viertel des Theilriſſes und der äußern Kranzperipherie des Waſſerrades, auf welche Peripherie die Schaufeln nach den Richtungen der Radhalbmeſſer aufgeſetzt und befeſtigt werden ſollen.

§. 70.

1.) Nach der Gleichung

$$N = 2 \cdot 2 R^{*} \pm \chi$$

iſt die Schaufelzahl N eine von dem Radhalbmeſſer R^{*} abhängige Größe, ſo, „daß man einem größeren „Rade mehr Schaufeln geben muß, als man einem kleineren Rade zu geben hat." — Das hat nun zwar ſeine volle Richtigkeit, muß aber nicht auch, kann man hier gar wohl fragen, die Beſchaufelungszahl N von der Tiefe des Triebwaſſers, worin die Schaufeln laufen, abhängig ſeyn? Muß nicht ein Rad, welches mit ſeinen Schaufeln in einem ſehr ſeicht laufenden Triebwaſſer läuft, enger beſchaufelt ſeyn, als für ein tiefes Triebwaſſer, worin die Schaufeln laufen, erforderlich iſt?

2.) In §. 46, Nr. 6, C, e, δ haben wir rückſichtlich der dort angeſtellten Ueberlegungen eine andere Be-

ſchaufelungsregel aufgeſtellt; jener Regel zufolge verfahre man nun noch weiter, wie hier folgt:

A.) Aus dem Bettbodenpunkte b trage man auf der Centrallinie bC aufwärts die Hälfte be = $\frac{1}{2}$ h Fußen von der vorhin genannten Waſſertiefe gc = h Fußen (Fig. 4.) auf (für h = 8 Werkzollen iſt z. B. die be = 4 Werkzollen = $\frac{1}{3}$ Fuß).

B.) Aus e ziehe man hierauf eine der bn gleichlaufende und folglich horizontale Linie eε..., die den Kreisbogen ...b′C, worin die äußern horizontalen Schaufelkanten laufen, in einem Punkte ε durchſchneidet.

C.) In dieſes ε ziehe man aus dem Radmittelpunkte C (Fig. 4.) einen größten Radhalbmeſſer Cε = R = $\mathfrak{H} + \mathfrak{H}' + r - \alpha$ Fußen (§. 57, Nr. 1 bis 7.), und meſſe (was hier genau genug iſt) bloß vermittelſt eines Transporteurs und nur nach ganzen Graden, des Centriwinkels bCε Gradzahl Z′; (bei uns iſt dieſe beiläufig = 16 Graden).

D.) Die Zahl Z′ muß nun, falls es nöthig wird, durch eine möglichſt klein gewählte Zugabs- oder Verminderungs-Zahl = χ Graden, in eine ſolche Gradzahl Z verwandelt werden, durch welche ſich rein aus die 90 Grade des in vor. Nr. B. genannten Viertelkreiſes b′B′ (Fig. 3. und 4.) dividiren laſſen, ſo, daß dieſer Kreisbogen leicht in Schaufelabſtände eingetheilt werden kann. — Es iſt demnach des obgenannten Winkels bCε Gradzahl Z′ in eine Gradzahl

$$Z = \frac{90^\circ}{Z' \pm \chi}$$

zu verwandeln, wodurch man auch auf der äußern Peripherie ....b′B′... des Radkranzes den für zwei einander nächſte Schaufeln auf dieſe Peripherie aufzutragenden Abſtands-Bogen b′... erhält.

E.) Beiſpiel: In unſerer Figur iſt des Winkels bCε Gradzahl 3′ nach vor. Nr. C. beiläufig = 16 Graden gefunden worden; zieht man von dieſer Zahl 3′ die Zahl χ = 1 Grad ab, ſo erhält man eine Zahl 3′ — χ = 16 — 1 = 15 Graden, die ſich rein aus in die 90 Grade dividiren läßt, und für den hier zu wählenden Beſchaufelungswinkel die Zahl

$$3 = \frac{90^\circ}{(16-1)^\circ} = 6 \text{ Graden}$$

giebt. Hiernach hätte man jedem Viertel des Rades für jede zwei einander zunächſt ſtehenden Radſchaufeln in dem Radmittelpunkte C einen Abſtandswinkel anzuweiſen, welcher eine Zahl 3 = 6 Graden wäre, und es müßte jeder Viertelskreis des Rades 15, folglich das ganze Rad eine Zahl N, die = 4mal 15 oder 60 Schaufeln iſt, erhalten.

3.) Bemerkung: Wenn wir dieſes Beiſpiels Reſultat unſerer in §. 46, Nr. 6, C, e, δ beigebrachten Beſchaufelungsregel mit jenem in §. 69, Nr. 2. erhaltenen Reſultate in Vergleichung ſetzen, worin die ganze Schaufelzahl N = 32 erhalten wurde, ſo ergiebt ſich, „daß unſere Regel eine viel engere Radbeſchau„felung gebe, als jene in §. 69, Nr. 1. angegebene Be„ſchaufelungsregel;“ wir haben nach jener Regel nur 32, nach unſerer aber 60 Schaufeln erhalten.

V.

Beſtimmung des Druckes D^*

des Rades gegen die Zapfenpfannen, der durch die am Rade (Fig. 5.) in der lothrechten Entfernung Cm = R^* Fußen von C horizontal von m gegen m′ hin treibende Waſſerkraft = K Pfunden, durch einen an einem horizontalen Radarme in einer Entfernung = R oder r Fußen von C angebrachten Widerſtand W, welcher der K das Gleichgewicht hält, und durch das Gewicht G des Rades und deſſen, was an ihm hängt, verurſacht wird.

§. 71.

Vorbemerkung.

Dieſer Gegenſtand erfordert für jede beſondere Waſſerradsart und Verbindungsweiſe des Rades mit einer durch dieſes zu betreibenden Maſchine M eine beſondere Unterſuchung. Wir haben in den uns vorgekommenen Werken über die praktiſche Mechanik von dergleichen Unterſuchungen, welche doch zur möglichſt richtigen Berechnung der Reibung, die das Rad durch ſeinen Druck auf die Wellzapfenpfannen verurſacht, nothwendig ſind, nichts gefunden, und haben deswegen in unſerem Werke über die oberſchlächtigen Waſſerräder ꝛc. (Augsburg und Leipzig, in der von Jeniſch und Stageſchen Verlagshandlung — 1836) für die eben genannten Räder fünf Hauptarten der Verbindung einer Maſchine M mit einem oberſchlächtigen Waſſerrade rückſichtlich des in obigem Titel genannten Druckes in Unterſuchung genommen. Im Folgenden wollen wir nun auch die vorgenannte Druckbeſtimmung für die unterſchlächtigen Waſſerräder und für fünf Hauptfälle der Verbindung ei-

nes ſolchen Rades mit einer durch dieſes zu betreibenden M in Betrachtung nehmen.

§. 72.

Erſter Fall.

1.) Es ſey (Fig. 5.) abmc der Drehkreis, in welchem das Endpunkt m des mechaniſchen Halbmeſſers Cm = R* Fußen (§. 58a) eines unterſchlächtigen Waſſerrades herum läuft. In m wirke die Waſſerkraft K horizontal gegen m′ hin, und treibe das Rad aufwärts herum.

2.) In der horizontalen Welle des Rades ſey in einem gewiſſen Wellaxenabſtande von C gegen den Lauf des Waſſers, alſo bei uns linker Hand der durch aCm gehenden lothrechten Ebene, ein horizontaler Hebelarm, deſſen mechaniſche Länge = X Fußen iſt, vorgeſtellt und an dem mechaniſchen Ende deſſelben ſey ein Widerſtand = W Berliner Pfunden lothrecht aufwärts wirkſam und mit der Waſſerkraft K im Gleichgewichte. (Das iſt z. E. der Fall, wenn hinter oder vor dem Waſſerrade an deſſen Welle in einem gewiſſen Abſtande von C ein Stirnrad, welches mit einem horizontalen Zahne den Stock eines horizontalen Drehlinges einer M abwärts angreift, oder wenn an der Radwelle ein Druckdaume, welcher den Schwanz eines zu hebenden Schwanzhammers ergreift, angebracht iſt –). Statt des vorerwähnten hinter oder vor dem Rade vorgeſtellten Hebelarmes dürfen wir zur Erleichterung unſerer Unterſuchungen einen horizontalen Arm Cn ... in der mittlern Fläche abmc des Rades und den Widerſtand W in dem Punkte n deſſelben, alſo in der horizontalen Entfernung Cn = N Fußen als lothrecht aufwärts widerſtehend annehmen.

3.) Hiermit haben wir nun eine um C drehbare lothrechte Waſſerradebene E, in welcher in der lothrechten

Entfernung $Cm = R^*$ Fußen eine Waſſerkraft $= \mathfrak{K}$ Berl. Pfunden das Triebpunkt m horizontal von m gegen m′ hin und folglich das Punkt n des horizontalen Laſtarmes Cn... abwärts zu treiben beſtrebt iſt, dieſem Beſtreben aber ein in der Stelle n des Cn... und in der Horizontalentfernung $Cn = \mathfrak{N}$ Fußen angebrachter Widerſtand $= \mathfrak{w}$ Pfunden entgegen wirkt.

4.) Das Moment m der in m horizontal auswärts gegen m′ hin treibenden Waſſerkraft $\mathfrak{K}$ iſt eine Größe $m = Cm . \mathfrak{K} = R^* . \mathfrak{K}$ Berl. Pfunden und das Moment m′ des in n lothrecht aufwärts widerſtehenden Widerſtandes $\mathfrak{w}$ iſt eine Größe

$$m' = Cn . \mathfrak{w} = \mathfrak{X} . \mathfrak{w} \text{ Pfunden.}$$

Dieſe beiden Momente m und m′ geben für das verlangte Gleichgewicht zwiſchen $\mathfrak{K}$ und $\mathfrak{w}$ die Moment-Gleichung $\mathfrak{X} . \mathfrak{w} = R^* . \mathfrak{K}$,

$$\text{woraus } \mathfrak{w} = \frac{R^* . \mathfrak{K}}{\mathfrak{X}} \text{ Pfunden folgt.}$$

*) Darin wäre die in der Stelle m der unterſten lothrechten Radſchaufel vorzuſtellende Waſſerkraft $\mathfrak{K}$ eigentlich nur zu denken als ein Theil des für dieſe Stelle nach Nr. VIII. des vorigen zweiten Kapitels berechneten Waſſerſtoßes = P oder $\mathfrak{p}$ Berl. Pfunden, welcher Theil $\mathfrak{K}$ ſich ergäbe, wenn man den Reibungswiderſtand F, den die Wellzapfen des Waſſerrades in ihren Pfannen leiden, und der von dem Waſſerſtoße zu überwinden iſt, wüßte, dieſen auf die Stelle m zurückführt, und ſodann aus dem hierbei erhaltenen Reduktionswerthe F′ des F die $\mathfrak{K} = P - F'$ oder $= \mathfrak{p} - F'$ berechnete. Es iſt aber die F (und alſo auch die F′ und die $\mathfrak{K}$) nicht bloß eine von dem Radgewichte = G Pfunden, welches gegen die Wellzapfenpfannen preßt; ſondern zu dem auch noch eine von dem Drucke, welchen die Pfannen durch die $\mathfrak{K}$ und

den ihr entgegengeſetzten Widerſtand $\mathfrak{W}$ der Maſchine $\mathfrak{M}$ leiden, abhängige Größe. Weil der eben genannte Druck = Y Pfunden von K abhängt, von ihm aber F und F′ und ferner auch K wiederum von F′ abhängig iſt, ſo käme man, wie man hier vernehmen muß, in eine weitläuftige Rechnung hinein, wenn man K = P — F′ oder $\mathfrak{P}$ — F′ ſetzen wollte, die aber doch am Ende nur eine beiläufig richtige wäre, weil man F wegen des ſogenannten Reibungscoëfficienten nie ganz genau berechnen kann. Deswegen, und weil die aus F abgeleitete Größe F′ nie eine ſehr bedeutende Größe ſeyn kann, ſetzen wir in allem Folgenden K nicht = P — F′ oder $\mathfrak{P}$ — F′, ſondern wir betrachten die F als eine unbedeutende Größe, und denken uns,

„daß K den Waſſerſtoß, der = P oder = $\mathfrak{P}$ „Pfunden iſt (Kap. 2, Nr. VIII.) bedeute.“

5.) Man verlängere nun in der in vor. Nr. 3. genannten lothrechten Waſſerradebene E die Richtungslinie mm′ des Wirkens der K rückwärts gegen n hin. Desgleichen verlängere man in derſelben E die Richtungslinie des in n lothrecht aufwärts widerſtehenden Widerſtandes rückwärts von n gegen n hin. Dabei erhält man ein Durchſchnittspunkt n der beiden Rückwärtsverlängerungen. Aus dem Mittelpunkte C der E ziehe man in dieſes Punkt n der E einen Hebelarm Cn und denke ſich, „daß an dieſem in der Stelle n die K horizontal „auswärts, gegen m′, und $\mathfrak{W}$ in derſelben Stelle n „lothrecht aufwärts, gegen n′ hin, wirkſam ſey.“

6.) Hier iſt, rückſichtlich des Hebelarmes Cn, an welchem die K unter dem ſchiefen Winkel Cnm′ = x Graden horizontal auswärts wirken ſoll (Nr. 5.) das Moment der K, nach der Hebellehre, eine Größe

m = Cm . K = R* . K′ Pfunden,

gerade ſo, wie vorhin in Nr. 4.; denn Cm iſt das auf die Richtungslinie nm′ des Wirkens der K aus dem Drehpunkte C gefällte Perpendikel — die Entfernung der K von C —; und ferner iſt auch, rückſichtlich deſſelben Hebelarmes Cn, an welchem der W unter dem ſchiefen Winkel Cnn = y Graden lothrecht aufwärts widerſtehen ſoll (Nr. 5.), nach der Hebellehre, eine Größe

$$\text{m}' = \text{Cn} \,.\, \mathfrak{W} = \mathfrak{R} \,.\, \mathfrak{W} \text{ Pfunden,}$$

gerade ſo, wie vorhin in Nr. 4.; denn Cn iſt das auf die Richtungslinie nnn′ des Wirkens des W aus dem Drehpunkte C gefällte Perpendikel — die Entfernung des W von dem C. —

7.) Aus dem Vorigen iſt völlig offenbar, „daß die „beiden in m und n wirkſamen Kräfte K und W in ihren „Angriffsſtellen m und n gerade ſo gegen einander wirkſam ſeyen, als wenn ſie in der Stelle n eines Radarmes Cn angebracht wären, und die K in der Richtung „von n gegen m′, die W aber in der Richtung von n „gegen n hin wirkſam wäre.“

8.) Nach Nr. 4. muß, für die Annahme des Gleichgewichtes zwiſchen K und W, die Größe

$$\mathfrak{W} = \frac{R^* \,.\, \mathfrak{K}}{\mathfrak{X}}$$

Pfunden ſeyn, woraus die Gleichung

$$\frac{\mathfrak{W}}{\mathfrak{K}} = \frac{R^*}{\mathfrak{X}},$$

alſo die Proportion

$$\mathfrak{W} : \mathfrak{K} = R^* : \mathfrak{X}$$

folgt. Wenn wir uns nun die Linie nn = Cm = R* Fußen in ſo vielen Linieneinern ausgedrückt denken, wie viele Krafteiner der Widerſtandskraft = W Pfunden zugehören müſſen, damit Gleichgewicht zwiſchen W und K ſey, und wenn wir uns weiter auch noch die Linie nm = nC = X Fußen in ſo vielen Linieneinern ausgedrückt vorſtellen, wie viele Kraft-

einer der Kraft K zugehören, und uns hiernach das Kräftenparallelogramm Cnnm gezeichnet denken, ſo zeigt in dieſem Parallelogramme die Diagonale nC deſſelben, nach den Lehren der Mechanik, nicht bloß die Richtung, ſondern auch durch die Zahl ihrer Linieneiner, welche mit denen der Linien nn und nm übereinſtimmen, die Größe der mittleren Kraft ^{m}K, welche durch die als in n am Rade angebracht vorſtellbaren Kräfte K und W (vor. Nr. 7.) erzeugt werden.

9.) In dem rechtwinklichten Kräftenparallelogramme Cnnm iſt die Größe ſeiner Diagonale Cn die Länge des genannten Hebelarmes durch die Gleichung

$$Cn = \sqrt{[Cn^2 + nn^2]} = \sqrt{[X^2 + R^{*2}]}$$

Rheinl. Fußen beſtimmt. Wie viele Linieneiner dieſe Gleichung in ihrer Anwendung ausgiebt, eben ſo viele Krafteiner (Berl. Pfunde) gehören der in der Richtung nC... durch die Kräfte K und W erzeugten mittleren Kraft ^{m}K zu.

10.) Es iſt alſo die

$$^{m}K = \sqrt{[W^2 + K^2]} \text{ Berl. Pfunden,}$$

und es wird ſonach das berechnete Radgewicht = G Berl. Pfunden, welches von C gegen m hin lothrecht abwärts gegen die Wellzapfenpfannen preßt, durch die in der Richtung nCn* ſchief aufwärts dem G entgegen wirkende Kraft ^{m}K vermindert.

11.) Da iſt nun die Frage zu beantworten, „welche „lothrecht von C nach a hin aufwärts wirkende und dem „Radgewichte G direkt entgegengeſetzte Seitenkraft ^{s}K „aus der vorgenannten ^{m}K hervorgehe?“ Zur Beantwortung derſelben dient Folgendes:

Man nehme die Cn* = Cn als Verhältnißlinie für die an der Radwelle von C gegen n* hin ſchief aufwärts drückende Kraft ^{m}K an, und conſtruire aus dieſer Cn*, aus dem bei C gegebenen ſchiefen Winkel aCn* und dem

rechten Winkel $Can^{*} = aCn'$ das Kräftenparallelogramm $Can^{*}n'$; dieſes wird dem vorhin betrachteten Cnm gleich, weswegen die Verhältnißlinie Ca für die aus der ${}^{m}\mathfrak{K}$ hervorgehende lothrecht aufwärts wirkende und dem Widerſtande $= \mathfrak{w}$ Pfunden direkt entgegenwirkende Seitenkraft ${}^{s}\mathfrak{K}$ der Cm gleich und mithin die ${}^{s}\mathfrak{K} = \mathfrak{w}$ werden muß.

12.) Um dieſe ${}^{s}\mathfrak{K} = \mathfrak{w}$ Pfunden wird das Radgewicht G durch die vorberechnete ${}^{m}\mathfrak{K}$ vermindert, worauf bei dem von dem G herkommenden Reibungswiderſtande der Wellzapfen Rückſicht zu nehmen iſt, die **zweite** aus der ${}^{m}\mathfrak{K}$ hervorgehende horizontal wirkende Seitenkraft ${}^{s}\mathfrak{K}' = Cn' = nm = \mathfrak{K}$ Pfunden ferner wirkt gegen die Seiten der Wellzapfenpfannen hin, bringt alſo da auch einen Druck $= \mathfrak{K}$ der Wellzapfen gegen die ihnen widerſtehenden Pfannenſeiten, und folglich ſomit auch noch eine Reibung der Zapfen hervor.

13.) Weil in dem bisher betrachteten Falle das Radgewicht G um eine Kraft ${}^{s}\mathfrak{K} = \mathfrak{w} = \frac{R^{*}}{\mathfrak{R}} \cdot \mathfrak{K}$ vermindert wird, ſo iſt hier der lothrechte Druck des Rades gegen die Zapfenpfannen nur eine Größe

$$G - \mathfrak{w} = G - \frac{R^{*}}{\mathfrak{X}} \cdot \mathfrak{K} \text{ Pfunden.}$$

Folglich iſt in dem bisher betrachteten **erſten** Falle die **ganze**, eine Reibung der Wellzapfen des Waſſerrades in den Pfannen verurſachende, und aus einem lothrechten und horizontalen Seitendrucke hervorgehende Druckſumme eine Größe

$$\mathfrak{D}' = G - \frac{R^{*}}{\mathfrak{X}} \cdot \mathfrak{K} + \mathfrak{K} = \left(G - \left[\frac{R^{*}}{\mathfrak{X}} - 1\right] \mathfrak{K}\right) \text{ Pfunden.}$$

§. 73.

Zweiter Fall.

1.) Es ſey (Fig. 5.) $abmc$ der in §. 72, Nr. 1. genannte Drehkreis, und es wirke auch hier, wie dort, in

m die Waſſerkraft K horizontal gegen m′ hin, und treibe das Waſſerrad aufwärts herum.

2.) An der horizontalen Radwelle aber ſey hier in einem gewiſſen Wellaxenabſtande von C nicht, wie in §. 72, Nr. 1. angenommen wurde, gegen den Lauf, ſondern nach der Richtung des Laufes des Waſſers, alſo nach unſerer Zeichnung rechter Hand der durch aCm gehenden lothrechten Ebene, ein horizontaler Hebelarm, deſſen mechaniſche Länge = x Fußen iſt, vorgeſtellt, und an dem mechaniſchen Ende deſſelben ſey ein Widerſtand = w Berl. Pfunden lothrecht abwärts (vergl. den Gegenſatz in §. 72, Nr. 1.) wirkſam und mit der Waſſerkraft K im Gleichgewichte. (Das iſt z. B. der Fall, wenn hinter oder vor dem Waſſerrade an deſſen Welle in einem gewiſſen Wellaxenabſtande von C ein Stirnrad, welches mit einem horiz ntal liegenden Zahne den Stock eines horizontalen Drehlings einer Maſchine M aufwärts treibt, oder wenn an der Radwelle ein Hebedaume, welcher das Helm eines Aufwerfhammers oder die Hebelatte eines Stampfers in einem Stampfwerke aufwärts angreift, angebracht iſt.) — Statt des vorerwähnten hinter oder vor dem Waſſerrade vorgeſtellten Hebelarmes dürfen wir uns, zur Erleichterung unſerer Unterſuchungen, einen horizontalen Arm Cn′ = x Fußen in der mittleren lothrechten Ebene abmc des Waſſerrades und den Widerſtand w in dem Punkte n′ deſſelben, alſo in der horizontalen Entfernung Cn′ = x Fußen von C, als lothrecht abwärts widerſtehend annehmen. —

3.) Hiermit haben wir nun eine um C drehbare lothrechte Waſſerradebene E, in welcher in der lothrechten Entfernung Cm = R* Fußen von dem Drehpunkte C eine Waſſerkraft = K Berl. Pfunden das Triebpunkt m der unterſten lothrechten Radſchaufel horizontal, von m gegen m′ hin, und folglich das Laſtpunkt n′ des horizontalen Ar-

mes aufwärts zu treiben beſtrebt iſt, dieſem Beſtreben aber ein in der Stelle n′ des Cn′... und in der Horizontalentfernung Cn′ = 𝔛 Fußen angebrachter Widerſtand = 𝔴 Pfunden entgegen wirkt.

4.) Wie in §. 72, Nr. 11., eben ſo entſteht nun auch hier eine Frage, hier aber in entgegengeſetzter Ordnung, nämlich die: „Welche Seitenkraft ˢ𝔎 aus der „𝔎 und dem 𝔴 hervorgehe, und den Druck des Radge„wichtes G gegen die Wellzapfenpfannen verändere?"

5.) Wir haben in §. 72. in der Art belehrt, daß jeder denkende Leſer das Weitere, was wir hier aus Raumerſparniß weglaſſen müſſen, ſich ſelbſt vorconſtruiren kann. Wir haben es hier mit dem direkten Gegenſatze des in §. 72. angenommenen Falles zu thun, und es muß alſo hier auch das Reſultat der weiteren Unterſuchungen jenen in §. 72, Nr. 12. erhaltenen geradezu entgegengeſetzt ſeyn; wie dort der lothrechte Druck des Rades gegen die Zapfenpfannen eine Größe

$$(G - 𝔴) \text{ Pfunden}$$

war, ſo muß hier, in dem gerade entgegengeſetzten Falle, der lothrechte Druck des Rades gegen die Zapfenpfannen eine Größe

$$(G + 𝔴) = (G + \frac{R^*}{𝔛} \cdot 𝔎) \text{ Pfunden ſeyn.}$$

6.) Folglich iſt hier die ganze, eine Wellzapfenreibung erzeugende, und aus einem lothrechten und horizontalen Drucke beſtehende Druckſumme

$$𝔇^2 = G + \frac{R^*}{𝔛} \cdot 𝔎 + 𝔎 = (G + [\frac{R^*}{𝔛} + 1]\, 𝔎) \text{ Pfunden.}$$

§. 74.

Dritter Fall.

1.) Es ſey wiederum abmc (Fig. 5.) der in §. 72, Nr. 1. genannte Drehkreis des Punktes m des Waſſerrades, und es wirke auch hier, wie dort, in m die Waſ-

ſerkraft K gegen m' hin, und treibe das Waſſerrad aufwärts herum.

2.) An der horizontalen Radwelle ſey auch hier, wie dort, in einem gewiſſen Wellaxenabſtande von C gegen den Lauf des Triebwaſſers, alſo bei uns linker Hand der durch a C m gehenden lothrechten Ebene, ein horizontaler Hebelarm = x Fußen vorgeſtellt und an dem mechaniſchen Ende deſſelben ſey ein Widerſtand = w Berl. Pfunden lothrecht aufwärts wirkſam; dieſer w aber ſey hier nur mit der Hälfte = ½ K Pfunden der Waſſerkraft K im Gleichgewichte. — Ferner ſey aber hier auch noch an der Radwelle in dem vorigen Wellaxenabſtande von C, und zwar ſo, wie §. 73. angenommen wurde, alſo nach der Richtung des Laufes des Waſſers und folglich nach unſerer Zeichnung rechter Hand der durch C gehenden lothrechten Ebene, ein horizontaler und mithin dem vorhin links angenommenen Arme direkt entgegengeſetzter Hebelarm angebracht, deſſen mechaniſche Länge = x Fußen iſt, und an dem mechaniſchen Ende deſſelben ſey auch ein Widerſtand = w Berl. Pfunden lothrecht abwärts (alſo im Gegenſatze der Richtung des vorigen linker Hand der angenommenen w) wirkſam, und dieſer w ſey hier ebenfalls, wie jener linker Hand, nur mit = ½ K Pfunden im Gleichgewichte. — (Das iſt z. E. der Fall, wenn hinter oder vor dem Waſſerrade an deſſen Welle ein Stirnrad liegt, welches mit einem horizontalen Zahne, der linker Hand der Waſſerradwelle liegt, einen Stock eines horizontalen Drehlings lothrecht abwärts und zugleich auch noch mit einem horizontalen Zahne, welcher rechter Hand der Welle befindlich iſt, einen Stock eines horizontalen Drehlings lothrecht aufwärts preßt.) — Statt der zwei vorerwähnten hinter oder vor dem Waſſerrade vorgeſtellten einander entgegenſtehenden und gleich langen horizontalen Hebelarme, an welchen in den vorgenannten ſich entge-

gengeſeßten Richtungen die Widerſtände $\mathfrak{W}$ und $\mathfrak{W}$, von welchen ein jeder $= \frac{1}{2}$ $\mathfrak{K}$ iſt, der in m wirkſamen Waſſerkraft $\mathfrak{K}$ entgegen wirken, dürfen wir uns, zur Erleichterung unſerer Unterſuchungen, zwei horizontale Hebelarme Cn und Cn (Fig. 5.), von welchen einem jeden eine mechaniſche Länge $= \mathfrak{X}$ Fußen zukommt, in der mittleren lothrechten Ebene abmc des Waſſerrades und die Widerſtände $\mathfrak{W}$, $\mathfrak{W}$ in den mechaniſchen Punkten n und n′ der horizontalen Hebelarme Cn und Cn′ lothrecht, und zwar in n aufwärts und in n′ abwärts wirkſam denken.

3.) Somit haben wir nun eine um C drehbare lothrechte Waſſerradebene E, in welcher in der lothrechten Entfernung $Cm = R^*$ Fußen von dem Drehpunkte C eine Waſſerkraft $= \mathfrak{K}$ Berl. Pfunden das Triebpunkt m der unterſten lothrechten Radſchaufel horizontal, von m gegen m′ hin, und folglich das linke Laſtpunkt n des Horizontalarmes Cn lothrecht abwärts und das rechte Laſtpunkt n′ des Horizontalarmes $Cn' = Cn$ lothrecht aufwärts zu treiben beſtrebt iſt, dieſem Beſtreben $= \mathfrak{K}$ Pfunden aber links ein aufwärts und rechts ein abwärts wirkender Widerſtand $\mathfrak{W} = \frac{R^*}{\mathfrak{X}} \cdot \frac{1}{2} \mathfrak{K}$ Pfunden entgegen wirkt.

4.) Nach dem in §. 72, Nr. 13. erhaltenen Reſultate, wo $\mathfrak{W} = \frac{R^*}{\mathfrak{X}} \cdot \mathfrak{K}$ war, haben wir hier, wo der linke $\mathfrak{W}$ nur $\frac{R^*}{\mathfrak{X}} \cdot \frac{1}{2} \mathfrak{K}$ iſt, den Druck G des Radgewichtes gegen die Zapfenpfannen nur um $\frac{R^*}{\mathfrak{X}} \cdot \frac{1}{2} \mathfrak{K}$ zu vermindern; dagegen haben wir aber auch nach §. 73, Nr. 5. denſelben G wiederum um eine Größe $G = \frac{R^*}{\mathfrak{X}} \cdot \frac{1}{2} \mathfrak{K}$ zu vermehren; folglich iſt hier der lothrechte Druck des Rades gegen die Zapfenpfannen eine Größe

$$G - \frac{R^*}{\mathfrak{X}} \cdot \frac{1}{2} \mathfrak{K} + \frac{R^*}{\mathfrak{X}} \cdot \mathfrak{K} = G \text{ Pfunden.}$$

5.) Dazu käme nun noch, nach §. 72, Nr. 12. und 13., eine horizontale Seitenpreſſung, = ½ K Pfunden, der Wellzapfen, welche, nach unſerer Zeichnungsannahme, von C aus gegen n′ hin, alſo rechts gegen die Zapfenpfannen preſſen, und ferner käme dazu auch noch, im direkten Gegenſatze des eben Geſagten, eine horizontale Seitenpreſſung, = ½ K Pfunden, der Wellzapfen, die, nach unſerer Zeichnungsannahme, von C aus gegen n hin, alſo links gegen die Zapfenpfannen preſſen; weil aber offenbar dieſe zwei gleichgroßen und einander geradezu entgegengeſetzten horizontalen Seitenpreſſungen der Wellzapfen gegen die Pfannen einander aufheben müſſen, ſo folgt, daß in dem bisher betrachteten dritten Falle die ganze eine Wellzapfenreibung erzeugende Druckſumme nur aus dem lothrechten Drucke des ganzen Radgewichtes G gegen die Zapfenpfannen beſtehe. Man hat alſo hier

$$D^3 = G + \tfrac{1}{2} K - \tfrac{1}{2} K = G \text{ Pfunden.}$$

§. 75.

Vierter Fall.

1.) Es ſey abermals abmc (Fig. 5.) der in §. 72, Nr. 1. genannte Drehkreis des Punktes m des Waſſerrades, und es wirke auch hier, wie dort, in m die Waſſerkraft K horizontal von m gegen m′ hin, und treibe das Rad aufwärts herum.

2.) An der horizontal liegenden Waſſerradwelle ſey ein in einem gewiſſen Wellaxenabſtande von C vor oder hinter dem Waſſerrade ein lothrechter Hebelarm, deſſen mechaniſche Länge = x Fußen iſt, angebracht, und in dem mechaniſchen Ende deſſelben wirke ein Widerſtand $w = \frac{R^*}{x} \cdot K$ Pfunden der in m gegen m′ hin aktiven Waſſerkraft K entgegen. (Das iſt z. E. der Fall, wenn vor

oder hinter dem Waſſerrade ein lothrechtes Kammrad an der Waſſerradwelle angebracht iſt, und dieſes mit einer lothrecht ſtehenden Kammfläche den Stock eines tothrecht ſtehenden Getriebes von der rechten gegen die linke Seite zu treiben beſtrebt iſt, ꝛc.)

3.) Man denke ſich, zur Erleichterung unſerer Unterſuchungen den vorerwähnten lothrechten und von dem Widerſtande $\mathfrak{W}$ afficirten Hebelarm in die mittlere Radebene abmc hereingerückt. Somit hat man nun eine um C drehbare Radebene E, worin in der lothrechten Entfernung Cm = R* Fußen eine Waſſerkraft = $\mathfrak{K}$ Berl. Pfunden das Triebpunkt m horizontal auswärts gegen m′ hin, und folglich das Punkt n″ des lothrechten Laſtarmes Cn″ links und horizontal gegen den rechts reagirenden Widerſtand $\mathfrak{W} = \frac{R^*}{\mathfrak{R}} . \mathfrak{K}$ treibt.

4.) Dieſer $\mathfrak{W}$ kann angeſehen werden als eine dem Hebel .... n″m links in n″ entgegenſtehende Unterlage, an welcher der Hebel .... n″m anliegt, indem er von der in m wirkenden $\mathfrak{K}$ horizontal auswärts gegen m′ hin angetrieben, aber auf der rechten Seite der Stelle C von den Pfannen der Wellzapfen, an welchen dieſe Zapfen anliegen, in ſeinem Beſtreben, ſich um n″ zu drehen, zurückgehalten wird. — Es iſt alſo hier ſo, als wenn der in m horizontal auswärts gegen m′ hin treibenden Waſſerkraft $\mathfrak{K}$ an der lothrechten und in n″ anliegenden Hebellinie ... n″Cm in C horizontal auswärts gegen n hin ein Widerſtand = $\mathfrak{W}$ Pfunden entgegen wirkte. — Der Kraft $\mathfrak{K}$ in m kommt gegen m′ hin rückſichtlich der Drehſtelle n″ der Hebellinie ... n″Cm das Moment

$$\mathfrak{m} = n''m . \mathfrak{K} = (n''C + Cm)\,\mathfrak{K}$$
$$= (\mathfrak{X} + R^*) . \mathfrak{K} \text{ Pfunden zu;}$$

dem Widerſtande $\mathfrak{W}$ in C kommt rückſichtlich der Drehſtelle n″ der Hebellinie ... n″Cm und der Entfernung n″C = $\mathfrak{X}$ das $\mathfrak{W}$ von der n″ das Moment

$$m' = n''C . \mathfrak{W} = \mathfrak{X} . \mathfrak{W} \text{ Pfunden zu;}$$

alſo muß für den hier zu ſetzenden Fall des Gleichgewichtes zwiſchen $\mathfrak{K}$ und $\mathfrak{W}$ die Momentgleichung

$$m' = m \text{ oder } \mathfrak{X} . \mathfrak{W} = (\mathfrak{X} + R^*) \mathfrak{K}$$

Statt haben, aus welcher der Widerſtand

$$\mathfrak{W} = \frac{\mathfrak{X} + R^*}{\mathfrak{X}} . \mathfrak{K} \text{ Pfunden folgt.}$$

5.) So groß iſt alſo der in der Richtungslinie Cn' Statt habende horizontale Druck, welcher zwiſchen den Wellzapfenpfannen und den Wellzapfen entſteht. — Weil das Waſſerrad mit allem, was an ihm hängt, einen lothrechten Druck $= G$, aber auch einen horizontalen Druck $= \mathfrak{W}$ Pfunden gegen die Zapfenpfannen ausübt, ſo iſt in dem bisher betrachteten vierten Falle die ganze in den Pfannen eine Reibung verurſachende Druckſumme

$$\mathfrak{D}^4 = G + \mathfrak{W} = (G + \frac{\mathfrak{X} + R^*}{\mathfrak{X}} . \mathfrak{K}) \text{ Pfunden.}$$

§. 76.

Fünfter Fall.

1.) In $\mathfrak{C}$ (Fig. 6.) befinde ſich eine horizontale mit Zapfen in Pfannen herumdrehbare Welle; durch dieſe gehen Armhölzer $\mathfrak{A}\mathfrak{A}'$, $\mathfrak{A}''\mathfrak{A}'''$, die ſich in $\mathfrak{C}$ winkelrecht durchkreuzen, und die in gleichen Längen über die Welle hervorragen; dieſe Hölzer ſeyen durch Zwiſchenhölzer (Büge) mp, pq, qr, rm unter einander verbunden. — Eine ſolche Vorrichtung nennt man ein Lenkkreuz.

2.) Dieſes Kreuz ſey in einem gewiſſen Abſtande $\mathfrak{C}C$ ſeines Mittelpunktes $\mathfrak{C}$ von dem Mittelpunkte C des lothrechten mechaniſchen Drehkreiſes abcd des Krummzapfens (der Kurbel) der horizontalen Welle eines unterſchlächtigen Waſſerrades, deſſen mechaniſcher Halbmeſſer $Cm = Cn^* = R^*$ Fußen iſt, lothrecht aufgeſtellt, und zwar zuvörderſt ſo, daß die durch die Mitte der Dicke des Drehkreuzes lothrecht gehende Ebene in diejenige Ebene

fällt, welche durch die Mitte der Länge des Halſes der Kurbelwarze lothrecht läuft.

3.) Die lothrechte Höhe bC (§. 57.) des Mittelpunktes C der Waſſerradwelle über dem Punkte b des Waſſerbettbodens ſey nach §. 57. beſtimmt worden, und nach dieſer bc (§. 57.) muß hier (Fig. 6.) die lothrechte Höhe, in welcher man das Mittelpunkt C des Lenkkreuzes über einer durch das Punkt b gezogenen Horizontallinie (die in unſerer Figur 6. nicht angegeben iſt) anzulegen hat, nach mechaniſchen Grundſätzen beſtimmt werden. — Mit dem horizontalen Arme Cd des Krummzapfens ſoll nämlich das Lenkkreuz durch eine Zug- und Schubſtange dn..., welche in die Kurbelwarze in d durch ein Schlitzloch und an den in die ſchiefe Lage 𝔆n geſtellten Kreuzarm 𝔆a..., der einen Schlitz hat, durch einen Drehnagel eingehängt iſt, ſo in Verbindung geſetzt ſeyn, „daß, während der Kurbelarm Cd mit ſei„ner Warze in dem mechaniſchen Drehkreiſe dabc (worin „die Axe der Warze läuft) ſich von d gegen c hin her„um bewegt, das Lenkkreuz mit ſeinem Anhängpunkte n „einen Kreisbogen nan′ durchlaufe, deſſen Sehne nn′ „dem mechaniſchen Durchmeſſer db = ac = N Fußen „des Drehkreiſes dcba der Warzenaxe gleich iſt; dabei „aber ſoll auch durch die Erhöhung 𝔆A′... des Mittel„punktes 𝔆 des Kreuzes über der vorhin durch das Waſ„ſerbettbodenpunkt b gezogen gedachten Horizontalli„nie (ſ. §. 57.) möglichſt dafür geſorgt ſeyn,

„„daß die Zug- und Schubſtange dn... niemals „„in die Richtung des horizontalen Durchmeſſers db „„des Kurbelkreiſes abcd eintreten, als nie mit dem „„horizontalen Halbmeſſer Cbn* des unterſchlächtigen „„Waſſerrades in eine gerade Linie zu liegen kom„„men, und ſomit nie das Moment der Bewegungs„„kraft der Stange = 0 werden könne, weil dieſes „„bei dem geforderten vortheilhaften Gange der Ma-

„„ſchine nach unſeren Unterſuchungen nicht ſeyn „„darf.““

4.) Das hier Geforderte wird ſo bewirkt: Aus dem Punkte C der nach §. 57. geſuchten Erhöhung Cb des Waſſerradmittelpunktes C über dem Punkte b des Waſſerbettes ziehe man eine Horizontallinie C𝔄''; in dieſer nehme man den Centralabſtand Cℭ, den man für den geſchickteſten hält, z. E. = 9 Fußen, wodurch ſich die lothrechte Höhe ℭ𝔄'..... des ℭ über der vorhin durch b gezogen gedachten Horizontallinie, über welcher Cb gemeſſen worden iſt, ergiebt. Wenn man nun im mechaniſchen Zug- und Schubbogen nan' des mechaniſchen Kreuzarmsenbes a den Arm ℭ𝔄 = r Fußen nimmt, dieſen Arm ℭ𝔄 aus ſeiner lothrechten Stellung in den Anfang n des eben genannten und verlangten Bogens nan', alſo in die ſchiefe Lage ℭn bringt, und hierauf von n bis zu dem mechaniſchen Punkte d des horizontalen Kurbelarmes Cd... eine gerade Linie nd zieht, ſo hat man die mechaniſche Länge nd = 𝔏 Fußen der Zug- und Schubſtange, die ſich zwiſchen den Mittelpunkten der Anhänglöcher dieſer Stange befindet, und die mit der Horizontallinie ...dCbn*... einen ſchiefen Winkel ndn* bildet. Man denke ſich weiter, daß der horizontal geſtandene Kurbelarm Cd aus ſeiner horizontalen Lage Cd durch die von der Linken gegen die Rechte (nach unſerer Annahme —) erfolgende Waſſerradumdrehung in die lothrechte Stellung Cc abwärts gedreht werde; da wird, wenn man die nd = 𝔏 Fußen zwiſchen den Zirkel nimmt, und vermittelſt deſſelben von dem untern Ende c des lothrechten mechaniſchen Kurbelradius Cc aus in dem Zug- und Schubbogen nan' des mechaniſchen Kreuzarmes ℭn das Punkt y ſucht, ſich die Lage cy der Zug- und Schubſtange dn = 𝔏 Fußen ergeben, welche Statt haben muß, wenn der horizontal geſtandene Kurbelarm Cd... abwärts in die lothrechte Lage Cc übergegangen iſt. Dieſe Lage cy fällt

hier nicht in die Richtung der Horizontallinie dCbn*, wie es bei einer andern ungeſchickten Stellungsweiſe des Mittelpunktes C des Kreuzes ſeyn würde. — Man denke ſich weiter durch die Aufwärtsdrehung des Waſſerrades den Kurbelarm Cd aus ſeiner lothrechten Lage Cc in die horizontale Lage Cb übergegangen, und ziehe aus b die Lage und Länge bn' = dn = L Fußen der Zug- und Schubſtange; ſomit hat man nun die Lage bn' der eben genannten Stange für den horizontal gewordenen Kurbelarm Cb und das Endpunkt n' des Bogens nan', welche Lage ebenfalls nicht in die Richtung des horizontalen Radhalbmeſſers Cbn*, gerade ſo, wie es ſeyn ſoll (vor. Nr. 3.), fällt. Nunmehr, nachdem der Kurbelhalbmeſſer Cd die untere Hälfte cdb der Kurbelbahn und der Kreuzarm Cn den Bogen nan' durchlaufen hat, laſſe man den Halbmeſſer Cd durch das erſte Viertel ba der oberen Hälfte der Kurbelbahn gehen; dabei wird die vorhin geweſene Zugſtange bn' zu einer Schubſtange, weil ſie nun des Kreuzarmes Cn' Punkt n' rückwärts im Bogen n'an ſchiebt. Man nehme die mechaniſche Stangenlänge dn = cy = bn' = L Fußen zwiſchen den Zirkel und ſuche aus a im Bogen nan' die Stangenlage ax; auch dieſe Lage fällt nicht in die Richtung des horizontalen Waſſerradhalbmeſſers Cbn*, gerade ſo, wie es, damit das Waſſerkraftmoment niemals = 0 werde, ſeyn ſoll. — Es durchlaufe endlich der lothrecht gekommene Halbmeſſer Ca der Kurbelbahn und deſſen Warzenaxe das zweite Viertel ad dieſer Bahn; da wird nun die Schubſtange aus ihrer Lage ax in ihre allererſte Lage dn kommen, und es wird wiederum, nachdem der Schubbogen nan' durchlaufen iſt, der Kreuzarm Cn' die Lage Cn angenommen haben.

5.) In dem mit dem mechaniſchen Halbmeſſer Ca = Cn = r Fußen beſchriebenen Kreis, welchem der Zug- und Schubbogen nan' zugehört, ſey eine Totallaſt =

Q Pfunden, die aus einer Nutzlaſt = Q′ und Nebenlaſt = Q″ Pfunden beſteht, ſo angebracht, „daß ſich die „Sache gerade ſo verhält, als wenn in dem Hin- und „Hergange des mechaniſchen Zug- und Schubarmes Cn „des Kreuzes ſtets fort eine Laſt = Q Pfunden in dem „mechaniſchen Ende B eines ſich eingebildeten horizonta„len mechaniſchen Halbmeſſers CB = r Fußen lothrecht „dem Hin- und Hergange des mechaniſchen Armes Cn „= r Fußen entgegen wirkte.“

[Z. B. Es ſeyen in den Punkten B und B′ des horizontalen Armholzes A′A″ des Lenkkreuzes winkelrecht, alſo in den Entfernungen CB = CB′ = r Fußen, durch Drehnägel die lothrechten Kolbenſtangen ....Bc.., ...B′c′.. zweier Waſſerpumpen P, P′ angehängt, von welchen die Stange ....Bc.., wenn der Kreuzarm Ca in die Lage Cn kommt, mit ihrem Anhängpunkte B in das Punkt b′, dagegen aber die Stange ....B′c′ mit ihrem Anhängpunkte B′ in das Punkt h′ zu liegen kommen muß, welche Kolbenſtangen alſo, indem der Kreuzarm Cn den Zug- und Schubbogen nan′ hin und her durchſtreicht, mit ihren Anhängpunkten die Hub- und Schubhöhen bBb′ und h′B′h (= der Sehne nn′ = dem Durchmeſſer N = N Fußen) durchſtreichen. Die Berechnung der Widerſtände der beiden Pumpenkolben, des Waſſers in den Pumpen P und P′, und der Kolbenſtangen Bc, B′c′ in ihren An- und Aufhängpunkten ſey ſo geführt, „daß man, im Mittel genommen, die Total„laſt = Q Pfunden kennt, die beſtändig vorhanden iſt, „ſo, als wenn im Punkte B eines horizontalen mechani„ſchen Halbmeſſers CB = r des Kreiſes aBa′B′ eine „Totallaſt = Q Pfunden zuerſt dem Hin- und hernach, „in umgekehrter Richtung, dem Her-Gange des mecha„niſchen Zug- und Schubarmes Cn des Kreuzes entge„gen wirkte.“]

6.) Die in B vorgeſtellte Totallaſt Q wirkt ſtetsfort ſo, als wenn eine lothrecht liegende Rolle $\alpha\beta\gamma\delta$, die um eine in C befindliche Axe drehbar und deren Halbmeſſer Cα = Ca = X Fußen iſt, mit zweien einander entgegengeſetzt laufenden Strecken umwunden wäre, von welchen der erſte St[1] mit ſeinem Endſtücke αa' in der Richtung der horizontalen Tangente αh der Rolle durch eine Kraft = Q* und der zweite St[2] mit ſeinem Endſtücke αaa'' in der Richtung der horizontalen Tangente αh' ebenfalls durch eine Kraft = Q* Pfunden ausgeſpannt wäre, und die Q* in a'' die Rolle $\alpha\beta\gamma\delta$ ſo lange vorwärts zöge, bis die Rollenlinie Cn in die Lage Cn' gekommen wäre, die Q* in a' aber dabei der Q* in a'' völlig nachgäbe, hierauf ferner dieſe Q* in a'' aufhörte, vorwärts zu ziehen, dagegen aber die Q* in a' anfinge, die Rolle $\alpha\beta\gamma\delta$ rückwärts zu drehen, um die Rollenlinie Cn' wieder in die Lage Cn zurückzubringen.

7.) Die Laſt Q in B wirkt ſtetsfort dem durch den Umlauf der Kurbel und die Bewegungen der Zug- und Schubſtange erzeugten Hin- und Hergange des Lenkkreuzes mit einem Momente

$$\mu = \mathfrak{CB} \cdot Q = \mathfrak{r} \cdot Q$$

Pfunden entgegen. Von den Kräften Q* und Q*, die wir uns ſtatt der Laſt Q nach vor. Nr. 6. an der Rolle $\alpha\beta\gamma\delta$ vorgeſtellt haben, wirkt jede in der Zeit, in welcher ſie der Kurbelumdrehung widerſteht, in der Entfernung Cα = X Fußen von C mit einem Momente

$$\mu' = \mathfrak{C}\alpha \cdot Q^* = \mathfrak{X} \cdot Q^*$$

Pfunden. Soll aber die Q* in ihrer Entfernung Cα = X Fußen von C gerade ſo viel leiſten, als die Q in ihrer Entfernung CB = r Fußen leiſtet, ſo muß $\mu' = \mu$,

$$\text{alſo } \mathfrak{X} \cdot Q^* = \mathfrak{r} \cdot Q,$$

$$\text{folglich die } Q^* = \frac{\mathfrak{r} \cdot Q}{\mathfrak{X}} \text{ Pfunden ſeyn.}$$

8.) Es hat alſo die Zug- und Schubſtange nd in jedem Augenblicke der Zeit, in welcher das obere mechaniſche Anhängpunkt n derſelben den Schubbogen nan′ hin und her, das untere mechaniſche Anhängpunkt d aber den mechaniſchen Kurbelwarzenkreis dcba durchſtreicht, für die Forderung des Gleichgewichtes zwiſchen Q und K eine Laſt oder Widerſtandskraft

$$Q^* = \frac{r \cdot Q}{x}$$

Pfunden zu überwältigen. — Dieſe Laſt Q^* wirkt in jedem Augenblicke vermittelſt der Stange nd, indem ſich dieſe mit ihrem untern mechaniſchen Anhängpunkte d von d aus gegen c hin in dem Kreiſe dcba herum dreht, und dabei ſehr mannigfaltige Lagen annimmt, auf die Waſſerkraft = K Pfunden, und widerſtrebt dem Umgange des Waſſerrades. Die K haben wir uns, nach den vorhinigen Lehren an dem lothrechten mechaniſchen Radhalbmeſſer Ccm = R^* Fußen in dem Waſſerſtoßpunkte m der unterſten lothrechten Radſchaufel uS als horizontal auswärts (alſo nach unſerer Zeichnung von der Linken zur Rechten hin) wirkſam zu denken. — Seyen nun hier die Bewegungen der vorgenannten Punkte der Zug- und Schubſtange, die Lagen, die ſie in dieſen annehmen, und die Wirkungen, die ſie darin ausüben muß, wie auch immerhin mannigfach, allemal iſt doch Folgendes unläugbar:

„Wenn, wie wir fordern, ſtetsfort zwiſchen der bei „uns an dem lothrechten, abwärts gehenden mechaniſchen „Waſſerradhalbmeſſer Cm = R^* Fußen horizontal aus- „wärts, von m gegen m′ hin, wirkſamen Waſſerkraft „= K Pfunden und der Laſt Q^*, die in der Stelle α „des lothrecht aufwärts gezogenen Hebelarmes $C\alpha$ = „x Fußen horizontal rückwärts, von α gegen a′ hin, „beſtändig fort der K widerſtrebt, Gleichgewicht Statt „haben ſoll, ſo muß man ſich ſtatt der Q^* in α, eine Q^*

„in dem Endpunkte a des lothrecht aufwärts gehenden me„chaniſchen Halbmeſſers Ca des Kurbelwarzenkreiſes dcba „wirkſam denken, und zwar auswärts, alſo von a gegen a'' hin."

9.) Somit hat man nun, wenn man ſich die beiden lothrechten Hebelarme Cm und Ca in eine lothrechte Hebelebene zuſammengeſtellt denkt (was hier zuläſſig iſt), einen doppeltarmigen Hebel aCm, „deſſen Unterlage „in C durch die an den Pfannenſeiten anliegenden Wellzapfen gegeben iſt, und an welchem in m die Waſſer„kraft = K und in a die Laſt = Q* Pfunden horizon„tal auswärts, und alſo auch winkelrecht wirkt." — Man beſtimme den horizontalen Seitendruck = d Pfunden, welchen hierbei die Wellzapfenpfannen in der Richtungslinie Cb gegen b hin leiden.

10.) Durch die ſtatt der Q* in α in der Stelle a des Hebels aCm vorgeſtellte Widerſtandskraft = Q* Pfunden wird das Hebelpunkt a von a gegen a'' hin afficirt, und folglich dadurch zurückgehalten, rückwärts in der Horizontallinie aa' auszuweichen. Es wirkt alſo die Widerſtandskraft Q* in a gerade ſo, wie eine auf der linken Seite des Hebels aCm dieſem in der Stelle a feſt entgegengeſtellte Widerlage. = Von dieſer iſt die Waſſerkraft K um die Weite aCm = aC + Cm = (X + R*) Fußen entfernt, und es iſt demnach das Umdrehungsmoment der K rückſichtlich des Widerlagspunktes a des nunmehr hier vorzuſtellenden einarmigen Hebels aCm eine Größe

$$m = aCm \, . \, K = (X + R^*) \, . \, K$$

Pfunden. — Damit der Hebel aCm nicht durch die K um das Widerlagspunkt a gedreht werden könne, dazu iſt für das Hebelpunkt C eine Kraft K erforderlich, welche an dem aCm in der Horizontallinie Cd und alſo winkelrecht rückwärts, von C gegen d hin, wirkſam iſt. Das Moment dieſer K iſt für das Wider-

lagspunkt a und die Entfernung $aC = \mathfrak{X}$ Fußen der K von dem a eine Größe

$$m' = aC . K = \mathfrak{X} . K \text{ Pfunden.}$$

Wenn alſo Gleichgewicht zwiſchen der $\mathfrak{K}$ in m und der K in C ſeyn ſoll, ſo muß $m' = m$, folglich

$$\mathfrak{X} . K = (\mathfrak{X} + R^*) . \mathfrak{K}$$

$$\text{und ſomit } K = \frac{(\mathfrak{X} + R^*) . \mathfrak{K}}{\mathfrak{X}} \text{ Pfunden ſeyn.}$$

11.) Wie groß dieſe von C gegen d hin erforderliche Kraft K ſeyn muß, damit zwiſchen der Q^* in a und der $\mathfrak{K}$ in m Gleichgewicht Statt habe, eben ſo groß iſt der von C gegen b hin gehende Seitendruck $= \mathfrak{d}$ Pfunden (Nr. 9.), welchen die Seiten der Zapfenpfannen durch die Wellzapfen leiden, welche Seiten durch ihren Widerſtand $\mathfrak{d}$, den ſie den gegen ſie anpreſſenden Wellzapfen leiſten, gerade ſo viel wirken, als eine an dem Hebel aCm in C von da aus gegen d hin horizontal auswärts ziehende Kraft K. — Es iſt demnach der durch die Waſſerkraft $\mathfrak{K}$ in m und durch die Widerſtandskraft Q^* in a, welche da ſtatt der Q^* in α angenommen wurde (Nr. 8.), im Falle des verlangten Gleichgewichtes zwiſchen der $\mathfrak{K}$ und Q^* (Nr. 8.) erzeugte Seitendruck

$$\mathfrak{d} = K = \frac{(\mathfrak{X} + R^*)}{\mathfrak{X}} . \mathfrak{K} \text{ Pfunden.}$$

12.) Weil in dem bisher betrachteten fünften Falle das Waſſerrad durch ſein und ſeiner Zugehörigkeiten Gewicht G lothrecht abwärts und durch die Waſſerkraft $\mathfrak{K}$ und die von der Totallaſt Q herkommende Widerſtandskraft Q^* horizontal ſeitwärts gegen die Wellzapfenpfannen preßt, ſo iſt hier die die ganze Wellzapfenreibung verurſachende Druckſumme

$$\mathfrak{D}^5 = G + \mathfrak{d} = (G + \frac{\mathfrak{X} + R^*}{\mathfrak{X}} . \mathfrak{K}) \text{ Pfunden.}$$

§. 77.

Reſultat.

Aus den bisherigen Unterſuchungen über die Druckſummen

$\mathfrak{D}^1$, $\mathfrak{D}^2$, $\mathfrak{D}^3$, $\mathfrak{D}^4$, $\mathfrak{D}^5$

geht hervor, „daß für eine jede andere an ein unter„ſchlächtiges Waſſerrad angehängte Maſchine $\mathfrak{M}$ die Druck„ſumme $= D^*$ Pfunden der Wellzapfen gegen die Pfan„nen beſonders berechnet werden müſſe, wenn man die „von der D^* abhängige Wellzapfenreibung $= F$ „Pfunden möglichſt beiläufig richtig berechnen wolle."

*) In allen den Formeln für D^*, welche $\mathfrak{K}$ enthalten, ſetzen wir [nach §. 72, Nr. 4, *)] P oder $\mathfrak{P}^*$ ſtatt $\mathfrak{K}$, wodurch D^* etwas zu groß erhalten wird, was nicht ſchadet.

VI.

Von der Reibung F der Wellzapfen des Waſſerrades in den Pfannen.

§. 78.

1.) Die Reibung oder Friction $= F$ Pfunden, die das Waſſerrad durch ſein und ſeiner Zugehörigkeiten Gewicht G, durch die auf daſſelbe wirkende Waſſerkraft $\mathfrak{K}$ und durch die Totallaſt Q der an das Rad angehängten Maſchine mit ſeinen Zapfen in den Pfannen derſelben hervorbringt, iſt ein gewiſſer Bruch $= \mu$ Theilen von der vorhin genannten Druckſumme D^*. Dieſer Bruch μ, den man Reibungs-Coëfficient nennt, iſt nicht genaueſt beſtimmbar. In den neueren Zeiten hat man durch Verſuche für die Wellzapfenreibung, mit der wir es hier zu thun haben, folgende Regel gefunden und angewendet:

„Wenn die glattgeſchliffenen eiſernen Wellzapfen
„in meſſingenen Pfannen oder Büchſen laufen, und man
„dieſe auch nur mit ſchlechter Wagenſchmiere, der man zu-
„weilen etwas Oel beiſetzt, einſchmiert, ſo iſt beiläufig
„der Bruch $\mu = \frac{1}{10}$;
„wenn aber die ſo geſchmierten glatten eiſernen Za-
„pfen in eiſernen Pfannen laufen, ſo iſt beiläufig
„der Bruch $\mu = \frac{1}{8}$,
„alſo etwas größer, als vorhin."

2.) Demnach iſt beiläufig die Zapfenreibung

$$F = \mu \cdot D^{*}$$
$$= \frac{1}{10} \cdot D^{*} \text{ oder } \frac{1}{8} \cdot D^{*} \text{ Pfunden.}$$

§. 79.

1.) Da man die F wegen des Bruches μ nur beiläufig beſtimmen kann, ſo begeht man einen unverkennbaren Fehler, wenn man, wie gemeinhin geſchieht, den Zapfendruck D^{*} nicht für jede beſondere Maſchine M, die man zum Betriebe derſelben an ein unterſchlächtiges Waſſerrad anhängt, beſonders berechnet und D^{*} nur nach einer oberflächlich angenommenen Regel, die nicht für jede Maſchinenart gültig iſt, beſtimmt. — Soll man, wenn in dem Produkte $\mu \cdot D^{*} = F$ Pfunden ſchon der Werth des Faktors μ nicht ganz zuverläſſig iſt, ſelbſt auch noch rückſichtlich der Beſtimmung des Werthes des Faktors D^{*} ſich Nachläſſigkeiten zu Schulden kommen laſſen? Warum bekümmert man ſich denn um die Herſtellung einer möglichſt befriedigenden Erkenntniß des Werthes von μ, und will in dem Beſtimmen des Werthes von D^{*} nicht ebenfalls ſo genau, als man kann, verfahren?

2.) Deswegen haben wir uns in der vorigen Abtheilung V. des gegenwärtigen dritten Kapitels unſeres Werkes die Mühe gegeben, für wenigſtens fünf Hauptfälle Unterſuchungen anzuſtellen, wie man die Druckſum-

me D^* zu berechnen habe. — Dadurch wird man erſt belehrt, ob und wie weit man der gemeinhin angenommenen Regel des Beſtimmens der F zu folgen habe. Sollen dieſe Belehrungen fehlen?

§. 80.

Die von der D^* abhängende Wellzapfenreibung $= F$ Pfunden hat ſelbſt Einfluß auf den wahren Werth von D^*; wollte man ſich aber auch gar noch auf die Beachtung dieſes Einfluſſes im Beſtimmen der F einlaſſen, ſo würde man in Unterſuchungen und Formelnbildungen hinein gerathen, die für die Praxis keinen erheblichen Werth haben können, weil der Wellzapfenhalbmeſſer ϱ, von welchem das Reibungsmoment abhängt, ſtets nur eine kleine Größe, höchſtens nur $= \frac{1}{6}$ Fuß iſt, und alſo auch der aus dem Reibungsmomente $\varrho \cdot F = \varrho \cdot \mu \cdot D^*$ Pfunden für das Endpunkt m des mechaniſchen Radhalbmeſſers $Cm = R^*$ Fußen geſuchte, und die Waſſerkraft $K = P$ oder P^* vermindernde Reibungswiderſtand

$$F' = \frac{\varrho \cdot \mu \cdot D^*}{R^*} = \frac{\varrho}{R^*} \cdot \mu \cdot D^*$$

Pfunden [vergl. §. 72, Nr. 4, *)] nicht bedeutend verändert werden kann, wenn man D^* um eine geringe Differenz unrichtig berechnet.

Z. B. Für $\varrho = \frac{1}{6}$ Fuß und $R^* = 8$ Fußen iſt $\frac{\varrho}{R^*} = \frac{1}{6} : 8 = \frac{1}{48}$; das giebt für $\mu = \frac{1}{10}$ die Größe

$$F' = \frac{\varrho}{R^*} \cdot \mu \cdot D^*$$
$$= \frac{1}{48} \cdot \frac{1}{10} \cdot D^* = \frac{1}{480} \cdot D^*$$

Pfunden. Geſetzt nun, man hätte in der Berechnung der Druckſumme D^* gar um 100 Pfunde gefehlt, ſo betrüge dieſer Fehler doch rückſichtlich des F' nur $\frac{1}{480} \cdot 100 = \frac{10}{48} = \frac{5}{24}$ Pfund; nur um ſo viel wäre F' zu klein oder zu groß berechnet, was ganz unbedeutend iſt.

VII.

Herſtellung einer Gleichgewichtsgleichung zwiſchen Kraft und Laſt.

§. 81.

1.) Die Waſſerkraft $\mathfrak{K}$ (der vorn berechnete Waſſerſtoß P oder $\mathfrak{P}^*$, den wir nach §. 72, Nr. 5, *) für $\mathfrak{K}$ ſetzen) wirkt, nach unſeren vorn gegebenen Lehren, in dem Ende m des lothrechten mechaniſchen Radhalbmeſſers Cm $= R^*$ Fußen horizontal auswärts mit einem Umdrehungsmomente $= R^* . \mathfrak{K}$ Pfunden.

2.) Die Totallaſt Q der an das Rad zur Betreibung angehängten Maſchine $\mathfrak{M}$, zu welcher Laſt hier die Reibung F der Radwellzapfen in den Pfannen nicht gehört, wirke der $\mathfrak{K}$ in einer Entfernung $= \mathfrak{X}$ Fußen von der Drehaxe C des Rades (welche Größe $\mathfrak{X}$ man ſich für jede beſondere $\mathfrak{M}$ ſuchen muß) entgegen, und zwar mit einem Widerſtandsmomente $= \mathfrak{X} . Q$ Pfunden.

3.) Zu dem letzteren Momente kommt noch das der Reibung $F = \mu . D^*$ der Wellzapfen des Waſſerrades in den Pfannen derſelben (§. 78, Nr. 2.) hinzu, und dieſes Moment iſt, wenn der Wellzapfenhalbmeſſer $= \varrho$ Fußen (§. 80, Nr. 2.) iſt, eine Größe $= \varrho . \mu . D^*$ Pfunden.

4.) Alſo iſt die Summe der Widerſtandsmomente $= (\mathfrak{X} . Q + \varrho . \mu . D^*)$ Pfunden.

5.) Für die Forderung des Gleichgewichtes zwiſchen der Waſſerkraft $\mathfrak{K}$ und den Widerſtänden Q und $F = \mu . D^*$ muß die Momentgleichung

$$\mathfrak{X} . Q + \varrho . \mu . D^* = R^* . \mathfrak{K}$$

Statt haben, woraus die Totallaſt Q, die man für die Forderung des Gleichgewichtes zwiſchen der Q und $\mathfrak{K}$ der Waſſerkraft $\mathfrak{K} = P$ oder $\mathfrak{P}^*$ entgegenzuſetzen hat, folgt; es muß hier ſeyn:

$$Q = \frac{R^* . \mathfrak{K} - \varrho . \mu . D^*}{\mathfrak{X}} \text{ Pfunden.}$$

Man erhält folglich in Pfunden die Totallaſt Q, die man der Waſſerkraft K für die Forderung des Gleichgewichtes zwiſchen der K, F und Q entgegen zu ſetzen hat, „wenn man zuerſt die Waſſerkraft K, die wir dem „Waſſerſtoße = P oder $\mathfrak{P}^*$ Pfunden [§. 27, Nr. 4, *)] „gleichſetzen, nach den in Nr. IX. des zweiten Kapitels „dieſes Werkes gegebenen Vorſchriften berechnet, wenn „man zweitens daraus das Kraftmoment $R^* . K$ „$(= R^* . P$ oder $R^* . \mathfrak{P}^*$ Pfunden ſucht, wenn man ferner drittens nach Nr. V. des gegenwärtigen dritten „Kapitels die Druckſumme D^* gehörig ausmittelt, und aus „dieſer noch nach vor. Nr. 3. das Reibungsmoment „$\varrho . \mu . D^*$ der Wellzapfen des Waſſerrades berechnet, „wenn man ſodann viertens dieſes Moment von dem „Kraftmomente $R^* . K$ abzieht, und hernach fünftens den Reſt $(R^* K - \varrho . \mu . D^*)$ Pfunden durch die „gehörig ausgemittelte Entfernung = X Fußen der Laſt „Q von dem Drehpunkte C des Waſſerrades dividirt."

6.) Die Totallaſt = Q Pfunden der Maſchine M beſteht A.) aus einer Nutzlaſt = Q′ und

B.) aus einer Nebenlaſt = Q″ Pfunden.

Setzt man in der vorigen Gleichung Q′ + Q″ ſtatt Q, und ſucht dann die Nutzlaſt Q′, ſo erhält man

$$Q' + \frac{R^* . K - \varrho . \mu . D^*}{X} - Q'' \text{ Pfunden.}$$

„Durch die Berechnung der Q′ weiß man erſt, welchen „Nutzen die Waſſerkraft gewährt, wenn man dazu die vortheilhafteſte Geſchwindigkeit c^* des Waſſerrades aufſucht, „die man anzuwenden hat, damit die M die beſte Nutzwirkung gewähre."

7.) Man kann die Gleichungen für Q und Q′ umkehren und kann dadurch aus den Reſultaten dieſer Operationen für vorgegebene Laſten Q und Q′ die zu der Wältigung derſelben erforderliche Waſſerkraft K ſuchen. Dieſe Arbeit iſt aber für die Praxis wohl ſelten von be-

ſonderem Werthe, wie aus Folgendem erhellet: Da geht man wohl faſt allemal von der durch die praktiſch vorliegenden Umſtände gegebenen Waſſermenge M aus, die man nach Erfahrungen zum Betreiben eines unterſchlächtigen Waſſerrades, deſſen Breite man weiß, und einer dieſem angehängten Maſchine M in jeder Sekunde der meiſten Zeit des Jahres, im Mittel genommen, — zu benützen hat. Für dieſe mittlere M berechnet man die Waſſerkraft K, die man, nach unſeren Lehren, dem Waſſerſtoße P oder P* für die beſte e* gleich zu ſetzen hat, und ſucht aus dieſer K die Nutzlaſt Q′ der an das Rad anzuhängenden M. — Kommt dieſe Q′ größer heraus, als man ſie verlangt, ſo rechnet man gar nicht weiter, ſondern man legt das ganze Waſſerwerk nach den vorliegenden Umſtänden und die an das Rad anzuhängende M ſo, wie man dieſe rückſichtlich des Nutzeffektes Q′ nöthig hat, an, und leitet die Stellfallen für das Triebwaſſer ſtets ſo, daß die geforderte Q′ Statt haben könne. — Wenn aber die Q′ kleiner herauskömmt, als man ſie haben möchte, ſo muß man in ſolchem Falle mit derjenigen Q′, welche die K bei der ſich gewählten zweckmäßigſten Einrichtung der M geben kann, verlieb nehmen.

§. 82.

Ob man ſich der vorigen Gleichung für Q (ſ. Nr. 5. des vorigen Paragraphens) auch noch in dem Falle, wenn die M durch einen Krummzapfen (eine Kurbel) an die Waſſerradwelle angehängt iſt, mit Sicherheit bedienen könne.

1.) Wenn eine M vermittelſt einer Zug- und Schubſtange St an eine Kurbel einer Waſſerradwelle angehängt iſt, und man ſich denkt, daß die Totallaſt Q, welche die M der Waſſerkraft K, die am Ende des lothrechten mechaniſchen Halbmeſſers = R* Fußen horizontal auswärts

mit dem Momente $m = R^{*} . K$ Pfunden wirkt, entgegen ſetzt, am Ende der mechaniſchen Länge = X Fußen des Kurbelarmes angebracht ſey, ſo iſt das Laſtmoment m′ eine veränderliche Größe.

2.) Von dem kleinſten Werthe $^{k}m'$ des m′.

A.) Das Laſtmoment m′ kann, je nachdem die Q der M durch die Stange St mit der Kurbelwarze in Verbindung geſtellt iſt, ganz oder doch zum Theile = 0 werden. — Das Erſtere iſt der Fall, wenn die Anlage ſo gemacht iſt, „daß die St nach vollendetem Zuge des „Kurbelarmes, und auch hernach wieder nach vollendetem „Schube dieſes Armes (alſo allemal, nachdem die Warze „eine halbe Kreisperipherie durchſtrichen hat) mit dem Kur„belarme in eine gerade Richtung zu liegen kommen „muß.“ — Das Andere iſt der Fall, wenn die Anlage ſo gemacht iſt, „daß eine ſolche Richtung nie eintreten „kann.“

B.) Die erſtere Einrichtung iſt ſchlechter als die andere, weil der Gang einer durch eine Kurbel in Bewegung geſetzten M gleichförmiger und ſomit beſſer wird, wenn das Laſtmoment m′ nie ſogar bis zur Null herunter ſinken kann.

3.) Von dem größten Werthe $^{g}m'$ des m′.

A.) Das Laſtmoment m′ kann, je nachdem die M durch die St mit der Kurbelwarze in Verbindung gelegt iſt, einen Werth erhalten, der nicht bloß faſt, ſondern ganz = X . Q Pfunden iſt. Das wäre der Fall, wenn die Anlage ſo gemacht wäre, „daß die St im Kreisum„laufe der Kurbelwarze und des Kurbelarmes in eine Lage „kommen muß, in welcher ſie gegen den genannten Arm „unter einem rechten Winkel geneigt iſt.“

B.) Dieſe Einrichtung ſoll nicht ſeyn, weil bei ihr der Gang der M ebenfalls zu ungleichförmig wird.

4.) Nach dem Bisherigen kann unter den veränderlichen Momenten m′ der Laſt Q einer einem Waſſer-

rade durch eine St und Kurbel angehängten Maſchine $\mathfrak{M}$ der kleinſte Momentwerth $^{k}m'$ ganz oder faſt = 0 und der größte Momentwerth $^{g}m'$ ganz oder faſt = $\mathfrak{X}$. Q Pfunden ſeyn. Je weniger dieſe beiden Gränzwerthe des veränderlichen Laſtmomentes m' von einander verſchieden ſind, deſto gleichförmiger und alſo auch deſto beſſer muß der Gang der Maſchine $\mathfrak{M}$ ſeyn, weswegen man dafür zu ſorgen hat, die Verbindung der $\mathfrak{M}$ mit dem Krummzapfen durch die Stange St ſo zu treffen, „daß „der Unterſchied zwiſchen $^{k}m'$ und $^{g}m'$ möglichſt klein „werde.“

5.) Wegen der Veränderlichkeit des m' hat man ſich bemüht, zwiſchen den vorgenannten äußerſten Gränzwerthen dieſes m' einen mittleren Werth $^{m}m'$ auszurechnen. — Wenn man ſich die Stange an die Warze des Kurbelarmes ſo angelegt vorſtellt, „daß

a) in dem Drehkreiſe der Warze eine gewiſſe Warzenſtelle Nr. 1. eintreten muß, bei welcher die St entweder ganz oder doch faſt mit dem Kurbelarme in eine gerade Linie zu liegen kommen muß, und alſo das kleinſte Laſtmoment $^{k}m'$ entweder ganz oder doch faſt = 0 . Q iſt; daß

b) nachdem die Warze von dieſer Stelle Nr. 1. an in ihrem Drehkreiſe das erſte Viertel deſſelben, alſo 90 Grade, durchlaufen hat, eine Stellung Nr. 2. der Warze eintreten muß, bei welcher die Stange St mit dem Kurbelarme faſt einen rechten Winkel bildet, daß alſo hier das größte Laſtmoment $^{g}m'$ faſt = $\mathfrak{X} \cdot \text{Sin.}\, 90° \cdot Q = \mathfrak{R} \cdot Q$ iſt;“

ſo findet (man mache ſich die erforderlichen Zeichnungen dazu) zwiſchen den beiden Stellen Nr. 1. und Nr. 2. eine Mittelſtelle Nr. 3. in dem erſten Viertel der Warzenbahn Statt, bei welcher die Stange St mit dem Kurbelarme einen Winkel bildet, welcher entweder ganz oder faſt zwiſchen 0 und 90 Grade fällt, und der alſo entweder

ganz oder doch faſt = 45 Graden iſt. Nimmt man aber, was für die Praxis zureichend genau iſt, an, daß dieſer in der Stelle Nr. 3. Statt habende Winkel allemal beiläufig = 45 Graden ſey, und zerlegt für dieſe Stelle Nr. 3. und die in dieſer Statt habende Richtung der Stange St und des Widerſtandes, welchen die Laſt Q der Warzenumdrehung entgegenſetzt, dieſe Q nach der Lehre von der Zerlegung der Kräfte; ſo findet man hier, für die Praxis genau genug, „daß beiläufig das mittlere Laſtmoment

$$mm' = \mathfrak{X} . \text{Sin. } 45° . Q$$
$$= \mathfrak{X} . 0{,}7071 . Q$$
$$= 0{,}7071 . \mathfrak{X} . Q$$ Pfunden zu ſetzen ſey.“

6.) Dieſes mittlere Laſtmoment kann, wie ſich aus den darüber angeſtellten Ueberlegungen ergiebt, in allen Fällen der Praxis mit zureichender Genauigkeit angenommen werden als ein ſolches, welches nicht bloß im erſten Viertel, ſondern auch in allen dreien folgenden Vierteln des Drehkreiſes der Kurbelwarze Statt hat; man hat alſo hiermit folgenden Satz:

„Wenn eine M zufolge ihres Zweckes und ihrer dazu „gewählten Natur durch eine Kurbel und Stange mit ei„nem Waſſerrade zum Betreiben derſelben in Verbindung „geſetzt ſeyn ſoll, und die mechaniſche Länge des Kurbel„armes = $\mathfrak{X}$ Fußen iſt, die Laſt aber, welche die M der „Waſſerkraft K und dem Momente R . K derſelben „im Gange des Rades entgegenſetzt, als eine gewiſſe Zahl „Q von Pfunden gedacht wird, und zwar für die größte „Entfernung = $\mathfrak{X}$ Fußen derſelben von der Umdre„hungsſtelle C des Waſſerrades, ſo iſt, wegen der Kur„bel, das Laſtmoment m' nicht ununterbrochen = $\mathfrak{X}$. Q „Pfunden, wie bei einer ohne Kurbel zu betreibenden „M anzunehmen iſt, ſondern man hat ſich bei einer durch „eine Kurbel zu betreibenden M zu denken, daß, im Mit„tel genommen, ſtets fort die Q nur in einer mittleren „Entfernung = 0,7071 $\mathfrak{X}$ Fußen von dem Drehpunkte

„C des Waſſerrades, alſo nur mit einem Momente = „0,7071 Pfunden dem Kraftmomente = R* . K Pfunden „entgegen wirke."

7.) Demnach hat man hier nicht, wie in Nr. 5. des vorigen Paragraphens, wo von keiner Kurbel die Rede war, die Momentgleichung

$$\mathfrak{X} \cdot Q = R^* \cdot \mathfrak{K} - \varrho \cdot \mu \cdot D^*$$

anzuſetzen, und daraus für eine vorgegebene Kraft = K Pfunden die Laſt

$$Q = \frac{R^* \cdot \mathfrak{K} - \varrho \cdot \mu \cdot D^*}{\mathfrak{X}}$$

Pfunden abzuleiten, ſondern man hat hier, wo von einer Kurbel die Rede iſt, die Momentgleichung

$$0{,}7071 \cdot \mathfrak{X} \cdot Q = R^* \cdot \mathfrak{K} - \varrho \cdot \mu \cdot D^*$$

als eine beiläufig richtige anzuwenden, welche einen Laſtwerth

$$Q = \frac{R^* \cdot \mathfrak{K} - \varrho \cdot \mu \cdot D^*}{0{,}7071 \cdot \mathfrak{X}}$$

Pfunden giebt.

8.) Dieſer Werth Q iſt größer, als jener Laſtwerth Q, welchen man einer vorgegebenen K in dem Falle, wenn keine Kurbel Statt findet, entgegen zu ſetzen hat, denn es iſt in der letzteren Formel für Q der Diviſor nur = 0,7071 . X, da er hingegen in der erſteren Formel für Q die ganze Größe X war.

9.) Wir wollen nun die beiden vorigen Laſtwerthe Q und Q vergleichen, und zu dieſem Zwecke den erſteren und kleineren durch q bezeichnen. Nach Nr. 7. verhält ſich faſt

$$q : Q = 1 : \frac{1}{0{,}707}, \text{ d. h.}$$

$$= 0{,}707 : 1$$ und es iſt demnach nur die

$$q = 0{,}707 \cdot Q \text{ Pfunden.}$$

Bayerische Staatsbibliothek München

Der Unterſchied zwiſchen Q und q iſt alſo beiläufig

$$Q - q = Q - 0{,}707 \cdot Q$$
$$(1 - 0{,}707) \cdot Q = 0{,}293\ Q$$

Pfunden, wofür wir 0,3 Pfunde ſetzen, was für die Praxis genau genug iſt. Wäre z. E. Q = 1800 Pfunden, ſo wäre

$$Q - q = 0{,}3 \cdot 1800 = 456 \text{ Pfunden.}$$

10.) Aus dem Bisherigen iſt offenbar,
„daß in allen Fällen ein beträchtlicher Unterſchied zwiſchen „Q und q Statt habe, daß durch eine vorgegebene Radkraft = K Pfunden in dem Falle, wenn durch ſie die „Laſt Q einer Maſchine M vermittelſt einer Kurbel in Be„wegung geſetzt wird, dieſe Laſt Q bedeutend größer „ſeyn könne, als jene Laſt q einer M, deren Bewegung „man vermittelſt einer eben ſo großen Kraft K ohne „eine Kurbel hervorbringt, und daß folglich, wenn man „eine vorgegebene Laſt einer Maſchine M zu bewegen „hat, die dazu erforderliche Kraft K bei der Umkeh„rung der vorhinigen Gleichungen kleiner her„auskommen müſſe, wenn die M vermittelſt einer Kur„bel betrieben werden ſoll, als ſie im entgegengeſetzten „Falle herauskommen muß.“

Bayerische
Staatsbibliothek
München

n*
a
n α n
n*
m′
3
4

Bayerische
Staatsbibliothek
München

[illegible]

[illegible]

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Rösling, Christian Lebrecht,

Von den unterschlächtigen Wasserrädern und den zu der Anlage derselben gehö renden mechanischen und hydraulischen Vorlehren nach ganz neuen erprobten Erfahrungen und Verbesserungen gemeinfaßlich und durch Rechnungs-Beispiele erläutert

Augsburg 1842

BHS III 16
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10708263-0